

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-123910

(43)Date of publication of application : 26.04.2002

(51)Int.Cl.

G11B 5/31

(21)Application number : 2000-319615

(71)Applicant : ALPS ELECTRIC CO LTD

(22)Date of filing : 16.10.2000

(72)Inventor : KOBAYASHI KIYOSHI

GOCHO HIDENORI

YAZAWA HISAYUKI

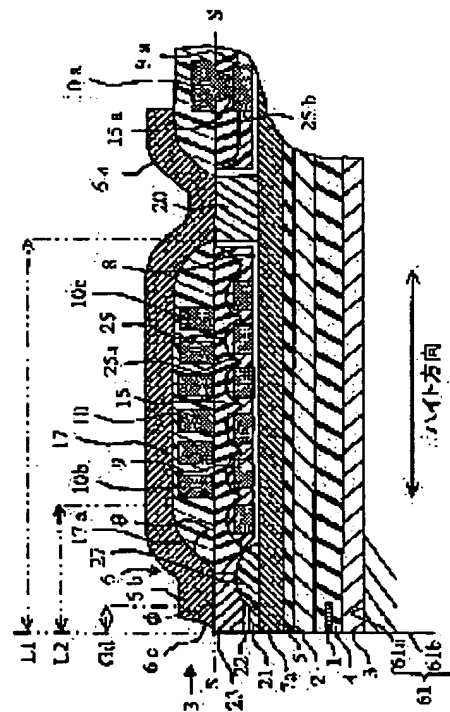
TAKAHASHI TORU

## (54) THIN-FILM MAGNETIC HEAD, AND ITS MANUFACTURING METHOD

### (57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a highly reliable thin-film magnetic head corresponding to a high recording density.

SOLUTION: The coil conductor of a first coil layer 9 positioned at a lower core layer 6 side rather than at a joined surface between an upper core layer 6 and an upper magnetic layer 23 is formed to be thinner than the thickness of the coil conductor of a second coil layer 10 positioned at the upper core layer 6 side rather than at the joined surface between the upper core layer 6 and the upper magnetic layer 23.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

27.01.2003

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than

the examiner's decision of rejection or  
application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

JP 2002-123910

## \* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

**CLAIMS**


---

**[Claim(s)]**

[Claim 1] A lower core layer, the up core layer which counters said lower core layer, and the up magnetic pole layer which it is prepared between said vertical core layers, and is joined to said up core layer, This up magnetic pole layer, the magnetic gap layer which intervenes between said lower core layers, and said up core layer and the 1st coil layer located in said lower core layer side rather than the plane-of-composition height of said up magnetic pole layer, the 2nd coil layer located in said up core layer side rather than said plane of composition -- having -- said 1st coil layer -- a coil -- a conductor -- the thin film magnetic head to which thickness is characterized by the coil conductor thickness halfbeak of the 2nd coil layer being thin.

[Claim 2] The coil conductor width of said 2nd coil layer is the thin film magnetic head according to claim 1 characterized by being smaller than the coil conductor width of said 1st coil layer.

[Claim 3] The coil conductor spacing of said 2nd coil layer is the thin film magnetic head according to claim 2 characterized by being narrower than the coil conductor spacing of said 1st coil layer.

[Claim 4] The ratio to the conductor thickness of said 2nd coil layer of the conductor thickness of said 1st coil layer is the thin film magnetic head according to claim 1 characterized by being 0.8 or less.

[Claim 5] The ratio to the conductor width of the 2nd coil layer of the conductor width of said 1st coil layer is the thin film magnetic head according to claim 2 characterized by being 1.2 or more.

[Claim 6] The ratio to the coil conductor spacing of the 2nd coil layer of the coil conductor spacing of said 1st coil layer is the thin film magnetic head according to claim 3 characterized by being 1.2 or more.

[Claim 7] The organic insulating layer of a wrap 1st is claims 2, 3, or 5 and the thin film magnetic head of six publications which are characterized by the include angle which the flat surface where an inclined plane which separates from said magnetic medium is formed, and this inclined plane and said 2nd coil layer were gradually formed in the magnetic-medium opposed face side according to the direction of thickness intersects in said 2nd coil layer being 60 degrees or less.

[Claim 8] It is the thin film magnetic head according to claim 1 to 7 characterized by forming in the point of said lower core layer the lower magnetic pole layer projected toward said up magnetic pole layer, and forming said magnetic gap layer between said up magnetic pole layer and said lower magnetic pole layer.

[Claim 9] The end face by the side of said magnetic medium of said up core layer is the thin film magnetic head according to claim 1 to 8 characterized by being the inclined plane which separates from said magnetic medium gradually in the direction of thickness from said up magnetic pole layer.

[Claim 10] It is the thin film magnetic head according to claim 1 to 9 which the depth-of-gap arrangement insulation section is formed on said lower core layer, and is characterized by the back end section of said magnetic gap layer touching said depth-of-gap arrangement insulation section.

[Claim 11] It is the thin film magnetic head according to claim 1 to 10 which the 2nd organic insulating layer buries the coil conductor spacing of said 1st coil layer, the 2nd inorganic insulating layer covers the whole surface surface of said 2nd organic insulating layer, and flattening of the front face is carried

out, and is characterized by forming said 2nd coil layer in the flat front face of said 2nd inorganic insulating layer.

[Claim 12] said 1st coil layer is formed in the 1st inorganic insulating-layer front face -- having -- \*\*\*\* - the coil of said 1st coil layer -- a conductor -- the thin film magnetic head according to claim 11 characterized by said 2nd inorganic insulating layer of a between having spacing larger than the coil conductor spacing width-of-face dimension of said 1st coil layer with said 1st inorganic insulating layer.

[Claim 13] For aluminum 2O3 or SiO3, and said 2nd organic insulating layer, said 2nd inorganic insulating layer is the thin film magnetic head according to claim 11 or 12 characterized by being novolak resin or polyimide.

[Claim 14] The thin film magnetic head according to claim 1 to 13 characterized by being the non-magnetic metal ingredient in which formation according [ said magnetic gap layer ] to electrolysis plating is possible.

[Claim 15] The process which carries out sequential formation of a magnetic gap layer and the up magnetic pole layer by the electrolysis galvanizing method on a lower core layer, The process which forms the inorganic insulating layer of a wrap 2nd for the 1st coil layer formed on said lower core layer, The polish process which makes the top face of said 2nd inorganic insulating layer and said up magnetic pole layer the same flat side, after this polish process and said inorganic 2nd insulating-layer top -- said 1st coil layer -- a coil -- a conductor -- with the process which forms the 2nd coil layer with a large dimension in thickness the process which forms the organic insulating layer of a wrap 1st for said 2nd coil layer -- this -- with the process which forms the 4th resist frame surrounding the rim of an up core layer on the 1st organic insulating layer It has the process which forms said up core layer in the field which the 4th resist frame surrounds. this -- said 4th resist frame The manufacture approach of the thin film magnetic head characterized by exposing and forming in the configuration of said 4th resist frame the resist applied on said 1st organic insulating layer.

[Claim 16] the coil of the 1st [ after forming said 1st coil layer / said ] coil layer -- a conductor -- the manufacture approach of the thin film magnetic head according to claim 15 characterized by the process which forms the 2nd organic insulating layer which fills between, and forming said 2nd inorganic insulating layer in the front face of said 2nd organic insulating layer by the spatter.

[Claim 17] The manufacture approach of the thin film magnetic head according to claim 16 characterized by forming said magnetic gap layer after forming a depth-of-gap arrangement insulating layer on said lower core layer.

---

[Translation done.]

## \* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

DETAILED DESCRIPTION

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the thin film magnetic head corresponding to a raise in recording density, and the formation of a high record frequency, and its manufacture approach especially with respect to the thin film magnetic head for magnetic recording used for a hard magnetic disk etc.

[0002]

[Description of the Prior Art] As the conventional thin film magnetic head is shown in drawing 1, it is formed on the slider 61 of the shape of an abbreviation rectangle which consists of a non-magnetic material, and the recording head section intervenes between the up core layer 56 which the 1st and 2nd coil layer 59 and 60 which is two-layer laminated structures counters mutually, and the lower core layer 57, as shown in drawing 20.

[0003] The up magnetic pole layer 63 and the lower magnetic pole layer 51 which connect with the upper part and the lower core layers 56 and 57 magnetically between the points of the up core layer 56 and the lower core layer 57, respectively are pinching the magnetic gap layer 62.

[0004] When the flat surface of the plane-of-composition height of the up magnetic pole layer 63 and the up core layer 56 is made into datum level S5, the 1st coil layer 59 is formed in the lower part [ height / datum-level S5 ] core layer 57 side. The 1st coil layer 59 is covered with the insulating layer 64, and the front face's of an insulating layer 64 corresponds with datum level S5.

[0005] The 2nd coil layer 60 is formed in insulating-layer 64 front face made into datum level S5.

[0006] the coil conductor width of the 2nd coil layer 60, and a coil -- a conductor -- thickness -- respectively -- the coil conductor width of the 1st coil layer 59, and a coil -- conductor thickness -- \*\* -- it is formed equally.

[0007] As for the organic insulating layer 58 of a wrap 1st, inclined plane 58a which separates from magnetic-disk opposed face 61b is formed in the magnetic-disk opposed face 61b side of a slider 61 toward the direction of thickness from the datum plane S5 in the 2nd coil layer 60.

[0008] The up core layer 56 has covered the 2nd coil layer 60 through the 1st organic insulating layer 58. As for such an up core layer 56, the point has reached [ from inclined plane 58a of the 1st organic insulating layer 58 ] the top face of the up magnetic pole layer 63.

[0009] As shown in drawing 21, after formation of the up core layer 56 carries out spatter membrane formation of the conductive plating substrate film 70 on the front face of the 1st organic insulating layer 58, it applies a resist 71 on the plating substrate film 70, and forms a resist 71 in the resist frame corresponding to the configuration of the up core layer 56 by the photolithography.

[0010] Scattered reflection of the exposure light is carried out in the exposure process of the photolithography which forms a resist frame by the plating substrate layer 70 formed on inclined plane 58a of the 1st organic insulating layer 58.

[0011] If the angle which inclined plane 58a of the 1st organic insulating layer 58 and a datum plane S5 constitute is large at this time, the part of the resist 70 by which the exposure light by which scattered reflection was carried out is beginning to leak to the magnetic-disk opposed face 61b side widely, and

should be shaded may be exposed.

[0012] Therefore, if the angle which inclined plane 58a of the 1st organic insulating layer 58 and a datum plane S5 constitute is large, it is difficult to be unable to form in the configuration of a request of a resist frame, but to form the location of the up core layer 56, and a configuration correctly.

[0013] Moreover, if the angle which inclined plane 58a of the 1st organic insulating layer 58 and datum level S5 constitute is large, the thickness of the organic insulating layer 58 of a wrap 1st may become extremely thin about the corner of the periphery of the 2nd coil layer 60, and inner circumference, and the 2nd coil layer 60 and up core layer 56 may short-circuit. If spacing of the 2nd coil layer 60 and the up core layer 56 is made large, with the configuration of the 2nd coil layer 60 not changed in order to prevent short-circuit of the 2nd coil layer 60 and the up core layer 56, the magnetic-path length in the up core layer 56 will become long, and dealing with RF record will become difficult.

[0014]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] the conventional thin film magnetic head -- the coil of the 1st coil layer 59 -- a conductor -- thickness -- the coil of the 2nd coil layer 60 -- conductor thickness -- \*\* -- since it is formed equally -- the coil of the 2nd coil layer 60 -- a conductor -- time thickness is thick -- the coil of the 1st coil layer 59 -- a conductor -- thickness -- it becomes thick. In such a case, when the thickness of the wrap insulating layer 64 was thin in the 1st coil layer 59, there was a problem of becoming the cause by which the 1st coil layer 59 may be exposed from an insulating layer 64, and the 1st coil layer 59 and the 2nd coil layer 60 short-circuit, by dispersion in the precision in the process which grinds the front face of an insulating layer 64. This invention aims at offering the reliable thin film magnetic head.

[0015]

[Means for Solving the Problem] The up core layer to which the thin film magnetic head of this invention counters a lower core layer and said lower core layer, The up magnetic pole layer which it is prepared between said vertical core layers, and is joined to said up core layer, This up magnetic pole layer, the magnetic gap layer which intervenes between said lower core layers, and said up core layer and the 1st coil layer located in said lower core layer side rather than the plane-of-composition height of said up magnetic pole layer, the 2nd coil layer located in said up core layer side rather than said plane of composition -- having -- said 1st coil layer -- a coil -- a conductor -- the coil conductor thickness halfbeak of the 2nd coil layer also has thin thickness. such the thin film magnetic head -- the coil of the 1st coil layer -- a conductor -- since sufficient spacing can be opened and the 1st coil layer can be formed by making thickness thin from the plane-of-composition height of an up magnetic pole layer and an up core layer, the insulation between the 1st and 2nd coil layer is secured, and dependability becomes high. Furthermore, in the thin film magnetic head of this invention, since the 1st coil layer has sufficient spacing from the plane-of-composition height of an up magnetic pole layer and an up core layer, it becomes possible [ making plane-of-composition height low ], and can make an up magnetic pole layer thin. By making an up magnetic pole layer thin, it becomes possible to pass the magnetic flux from an up core layer in a magnetic gap layer efficiently, and can respond to high recording density-ization.

[0016] The thin film magnetic head of this invention has the coil conductor width of said 2nd coil layer smaller than the coil conductor width of said 1st coil layer. such the thin film magnetic head -- the 2nd coil layer -- the coil of the 2nd coil layer -- a conductor -- it is possible to form a suitable number of turns in a narrower field, without increasing direct current resistance by thickening thickness and narrowing a coil conductor width. Therefore, when an up core layer shortens the die length until it results in the periphery of the 2nd coil layer from from near the volume core of the 2nd coil layer and considers as short magnetic-path length, it is a low inductance and can consider as the thin film magnetic head corresponding to RF record.

[0017] Moreover, even if it makes thickness of the 1st coil layer thin corresponding to the up magnetic pole layer thin-shape-ized with the raise in recording density by enlarging the conductor width of the 1st coil layer, the direct current resistance of the 1st coil layer does not increase. Therefore, it can consider as the thin film magnetic head which controlled the power loss by the 1st coil layer.

[0018] Moreover, the thin film magnetic head of this invention has the coil conductor spacing of said

2nd coil layer narrower than the coil conductor spacing of said 1st coil layer. In such the thin film magnetic head, when an up core layer shortens further the die length until it results in the periphery of the 2nd coil layer from near the volume core of the 2nd coil layer and makes it short magnetic-path length more, it is a low inductance and can consider as the thin film magnetic head corresponding to RF record.

[0019] Moreover, a ratio [ as opposed to the conductor thickness of said 2nd coil layer of the conductor thickness of said 1st coil layer in the thin film magnetic head of this invention ] is 0.8 or less. let the 2nd coil layer be low direct current resistance in such the thin film magnetic head -- as -- the coil of the 2nd coil layer -- a conductor -- having held thickness -- the coil of the 1st coil layer -- a conductor -- thickness is made thin and the effectiveness that sufficient spacing can be prepared between the 1st and 2nd coil layer shows up clearly.

[0020] A ratio [ as opposed to the conductor width of the 2nd coil layer of the conductor width of said 1st coil layer in the thin film magnetic head of this invention ] is 1.2 or more. such the thin film magnetic head -- the coil of the 1st coil layer -- a conductor -- holding the coil conductor width of the 1st coil layer so that the 1st coil layer may be made into low direct current resistance, even if it made thickness thin, the coil conductor width of the 2nd coil layer is narrowed, and the effectiveness which can form the 2nd coil layer in a narrow field shows up clearly.

[0021] A ratio [ as opposed to the conductor spacing of the 2nd coil layer of the conductor spacing of said 1st coil layer in the thin film magnetic head of this invention ] is 1.2 or more. In such the thin film magnetic head, the effectiveness which can make still smaller the field in which the 2nd coil layer is formed shows up more clearly.

[0022] The include angle of the thin film magnetic head of this invention with which an inclined plane where the organic insulating layer of a wrap 1st separates from a magnetic-disk opposed face gradually to said magnetic-disk opposed face side according to the direction of thickness is formed and which this inclined plane and the flat surface in which said 2nd coil layer was formed intersect in said 2nd coil layer is 60 degrees or less. In such the thin film magnetic head, the resist film applied on the 1st organic insulating layer is exposed and developed, and in the process which forms the resist frame surrounding the rim of an up core layer, since a resist frame can be formed in a predetermined configuration and a location, the up core layer formed in the field surrounded by this resist frame serves as a predetermined configuration and a location.

[0023] The lower magnetic pole layer which projected the thin film magnetic head of this invention toward said up magnetic pole layer to the point of said lower core layer is formed, and said magnetic gap layer is formed between said up magnetic pole layer and said lower magnetic pole layer. In such the thin film magnetic head, since it is hard to generate the leak field produced between magnetic gaps in the location from which produced between the up magnetic pole layer and the lower magnetic pole layer, and it separated from between the upper part and a lower magnetic pole layer, it can control write-fringing and can consider as the thin film magnetic head which was more suitable for high recording density-ization.

[0024] The thin film magnetic head of this invention is the inclined plane where the end face by the side of the magnetic medium of said up core layer separates from a magnetic medium gradually in the direction of thickness from said up magnetic pole layer. In such the thin film magnetic head, since area of the plane of composition of an up core layer and an up magnetic pole layer can be made large, without an up core layer being exposed from an up magnetic pole layer, it is efficient and the record field guided to the up core layer can be given to a magnetic medium as a leak field.

[0025] On said lower core layer, as for the thin film magnetic head of this invention, the depth-of-gap arrangement insulation section is formed, and the back end section of said magnetic gap layer touches said depth-of-gap arrangement insulation section. In such the thin film magnetic head, a magnetic gap layer can be formed in the suitable depth of gap by the depth-of-gap arrangement insulating layer according to gap width of face or the configuration of a magnetic gap layer.

[0026] As for the thin film magnetic head of this invention, the 2nd organic insulating layer buries the coil conductor spacing of said 1st coil layer, the 2nd inorganic insulating layer covers the whole surface



surface of said 2nd organic insulating layer, flattening of the front face is carried out, and said 2nd coil layer is formed in the flat front face of said 2nd inorganic insulating layer. In such the thin film magnetic head, since it can control that an opening is generated inside the 2nd inorganic insulating layer by burying the coil conductor spacing of the 1st coil layer using the 2nd organic insulating layer, there is no deformation by expansion of the gas in an opening, and the reliable thin film magnetic head can be formed.

[0027] Moreover, since flattening of the front face of the 2nd inorganic insulating layer can be carried out by polish, it can form the configuration of the 2nd coil layer, and a location with a sufficient precision on the 2nd inorganic insulating layer.

[0028] the thin film magnetic head of this invention forms said 1st coil layer in the 1st inorganic insulating-layer front face -- having -- \*\*\*\* -- the coil of said 1st coil layer -- a conductor -- said 2nd inorganic insulating layer of a between has spacing larger than the coil conductor spacing width-of-face dimension of said 1st coil layer with said 1st inorganic insulating layer. In such the thin film magnetic head, it can control more certainly that an opening is generated in the 2nd inorganic insulating layer.

[0029] As for the thin film magnetic head of this invention, said 2nd inorganic insulating layer of aluminum 2O3 or the organic insulating layer of the SiO3 above 2nd is novolak resin or polyimide. such the thin film magnetic head -- the 2nd organic insulating layer and the 2nd inorganic insulating layer -- the coil of the 1st coil layer -- a conductor -- it is easy to fill between without an opening, to grind the front face of the 2nd inorganic insulating layer, and to make it smooth.

[0030] The thin film magnetic head of this invention is the non-magnetic metal ingredient which said magnetic gap layer can form with electrolysis plating. In such the thin film magnetic head, since plating formation of a magnetic gap layer and the up magnetic pole layer can be carried out continuously at least, a production process can be simplified. It can choose from one sort or two sorts or more in NiP, NiW, NiMo, and Au, Pt, Rh, Pd, Ru and Cr as non-magnetic metal in which electrolysis plating is possible.

[0031] The process to which the manufacture approach of the thin film magnetic head of this invention carries out sequential formation of a magnetic gap layer and the up magnetic pole layer by the electrolysis galvanizing method on a lower core layer, The process which forms the inorganic insulating layer of a wrap 2nd for the 1st coil layer formed on said lower core layer, The polish process which makes the top face of said 2nd inorganic insulating layer and said up magnetic pole layer the same flat side, after this polish process and said inorganic 2nd insulating-layer top -- said 1st coil layer -- a coil -- a conductor -- with the process which forms the 2nd coil layer with a large dimension in thickness the process which forms the organic insulating layer of a wrap 1st for said 2nd coil layer -- this -- with the process which forms the resist frame surrounding the rim of an up core layer on the 1st organic insulating layer It has the process which forms said up core layer in the field which this resist frame surrounds, and said resist frame exposes and forms in the configuration of said resist frame the resist applied on said 1st organic insulating layer. By such manufacture approach of the thin film magnetic head, gradually, the end face by the side of the magnetic-disk opposed face of an up core layer can form in the direction of thickness so that it may be the inclined plane which separates from a magnetic medium.

[0032] the coil of the 1st [ after the manufacture approach of the thin film magnetic head of this invention forms said 1st coil layer / said ] coil layer -- a conductor -- said 2nd inorganic insulating layer is formed in the front face of the process which forms the 2nd organic insulating layer which fills between, and said 2nd organic insulating layer by the spatter. By such manufacture approach of the thin film magnetic head, the 2nd inorganic insulating layer can be formed without an opening.

[0033] The manufacture approach of the thin film magnetic head of this invention forms said magnetic gap layer, after forming a depth-of-gap arrangement insulating layer on said lower core layer. By such manufacture approach of the thin film magnetic head, the depth of gap of a magnetic gap layer can be formed appropriately.

[0034]

[Embodiment of the Invention] The structure of the thin film magnetic head of this invention is

explained using drawing 3 from drawing 1 . The thin film magnetic head of this invention is the compound-die thin film magnetic head by which the recording head section h2 was formed on the reproducing-head section h1, and is formed on head forming face 61a of a slider 61.

[0035] As shown in drawing 1 , sliders 61 are magnetic-disk opposed face 61b and an abbreviation perpendicular while it has the shape of an abbreviation rectangle which consists of non-magnetic materials, such as a ceramic, and head forming face 61a is the field which adjoins magnetic media, such as a magnetic disk, and magnetic-disk opposed face 61b which counters.

[0036] As the reproducing-head section h1 is shown in drawing 2 , the upper part and the lower shielding layers 2 and 3 which consist of soft magnetic materials, such as a permalloy, have countered mutually, and the magneto-resistive effect component 1 which is the AMR (Anisotropic Magnetoresistance) component or a GMR (Giant Magnetoresistance) component is formed through the insulating layer 4 between the upper part, the lower shielding layer 2, and 3 from the upper part and the lower shielding layers 2 and 3.

[0037] The recording head section h2 is formed on the up shielding layer 2 of the reproducing-head section h1 through the detached core 5. The recording head section h2 is the inductive head with which the 1st for guiding the upper part between the upper part which consists of soft magnetic materials, such as a permalloy, and the lower core layers 6 and 7, and guiding a record field to the lower core layers 6 and 7, and the 2nd coil layer 9 and 10 intervened.

[0038] The lower core layer 7 was formed on the detached core 5, and point 7a has extended to magnetic-disk opposed face 61b of a slider 61.

[0039] The connection 20 which consists of soft magnetic materials, such as a permalloy, connects with the lower core layer 7 magnetically, and is formed in the front face of such a lower core layer 7. From a connection 20 to magnetic-disk opposed face 61b, spacing of the height direction (direction which pierces through magnetic-disk opposed face 61b perpendicularly) serves as the 1st predetermined dimension (L1). The 1st predetermined dimension (L1) is shortened with the formation of RF record, for example, is set as 18 micrometers or less.

[0040] Moreover, on the lower core layer 7, the depth-of-gap arrangement insulation section (henceforth, Gd arrangement insulation section) 27 which consists of organic insulating materials, such as a resist, is formed. Such the Gd arrangement insulation section 27 is located in the magnetic-disk opposed face 61b side rather than the connection 20, and Gd arrangement insulation section 27 and a connection 20 are located in a line with about 1 train in the height direction.

[0041] Moreover, spacing of the height direction to magnetic-disk opposed face 61b serves as the predetermined depth of gap (Gap depth) Gd from Gd arrangement insulation section 27, and such the depth of gap Gd is set up with magnetic gap width of face or the configuration near the magnetic gap, for example, it is about 0.5 micrometers.

[0042] As shown in drawing 3 , the laminating of the lower magnetic pole layer 21 which consists of soft magnetic materials, such as a permalloy, the magnetic gap layer 22 which consists of non-magnetic materials, such as NiP, and the up magnetic pole layer 23 which consists of soft magnetic materials, such as a permalloy, is carried out to point 7a of the lower core layer 7 one by one.

[0043] The width-of-face dimension of the cross direction in magnetic-disk opposed face 61b (henceforth, the direction of a truck) was arranged with the predetermined width of recording track TW, and such a lower magnetic pole layer 21, the magnetic gap layer 22, and the up magnetic pole layer 23 are exposed to magnetic-disk opposed face 61b.

[0044] Since the width of recording track TW corresponds to high recording density-ization, the height from the front face of the lower core layer 7 to up magnetic pole layer 23 top face of the layered product which being formed by 0.7 micrometers or less becomes from the lower magnetic pole layer 21, the magnetic gap layer 22, and the up magnetic pole layer 23 preferably (preferably 0.5 micrometers or less) is about 2.3 micrometers.

[0045] Inclined plane 7b to which thickness becomes thin may be formed in point 7a of the lower core layer 7 toward the both sides of the direction of a truck from the formation location of the lower magnetic pole layer 21.

[0046] The back end section of the lower magnetic pole layer 21 and the magnetic gap layer 22 touches Gd arrangement insulation section 27. Thus, as for the magnetic gap layer 22, the height direction dimension is specified to the predetermined depth of gap Gd.

[0047] Although conventionally referred to as about 3.0 micrometers, when it corresponds to high recording density-ization, as for the height from the front face of the lower core layer 7 to up magnetic pole layer 23 top face, it is desirable to thin-shape-ize the up magnetic pole layer 23, and to be referred to as 2.5 micrometers or less.

[0048] Moreover, since the up core layer 6 is joined to the top face of the up magnetic pole layer 23 so that it may mention later, in order to secure sufficient plane-of-composition product with the up core layer 6, it is desirable [ the height direction dimension of the up magnetic pole layer 23 ] that it is 0.8 micrometers or more.

[0049] The height of the top face of the up magnetic pole layer 23 is in agreement with the height of the top face of a connection 20, and makes a flat surface including the top face of the up magnetic pole layer 23, and the top face of a connection 20 datum level S.

[0050] The lower core layer 7 is covered with the 1st inorganic insulating layer 8 which consists of aluminum<sub>2</sub>O<sub>3</sub> grade, and the 1st coil layer 9 which consists of right electrical conducting materials, such as Cu, is formed in the front face of the 1st inorganic insulating layer 8.

[0051] The 1st coil layer 9 is a flat-surface spiral configuration, volume core 9a approaches a connection 20, and the connection 20 is mostly wound around it as a core. Moreover, the 1st coil layer 9 is formed so that a periphery may approach with Gd arrangement insulation section 27, and spacing of a connection 20 and Gd arrangement insulation section 27 serves as a radius dimension of the 1st coil layer 9 mostly.

[0052] The 1st coil conductor width (coil within the field of the 1st inorganic insulating layer 8 width-of-face dimension of a conductor) and coil conductor spacing of the coil layer 9 It is set up so that the 1st coil layer 9 may have a suitable number of turns and it may be formed between Gd arrangement insulation sections 27 from a connection 20. The coil conductor thickness (coil the direction dimension of thickness of a conductor) of the 1st coil layer 9 is thinly set up so that the 1st coil layer 9 may open sufficient spacing and may be formed from datum level S.

[0053] On the other hand, if the 1st coil layer 9 has a coil conductor-width dimension and a too small coil conductor thickness dimension, direct current resistance will increase. therefore, the coil conductor-width dimension of the 1st coil layer 9 and a coil -- a conductor -- thickness is set up appropriately -- it must have -- for example, a coil conductor-width dimension -- about 1.7 micrometers and a coil -- a conductor -- a dimension is set as about 1.5 micrometers in thickness. Moreover, coil conductor spacing is set as about 1.2 micrometers. If it is 0.7 micrometers or more in such coil conductor spacing, a photolithography can perform pattern formation correctly.

[0054] The 2nd organic insulating layer 25 which consists of novolak resin or polyimide has covered the 1st coil layer 9. this time -- the front face of the 2nd organic insulating layer 25 -- the coil of the 1st coil layer 9 -- a conductor -- crevice 25a is formed in between.

[0055] the 2nd organic insulating layer 25 is formed so that crevice 25a may become shallow -- having - the 1st coil of the 2nd organic insulating layer 25 -- a conductor -- the thickness of a between has become more than the coil conductor spacing dimension of the 1st coil layer 9. moreover, the coil of the 1st coil layer 9 -- a conductor -- the front face of the 2nd organic insulating layer 25 formed upwards holds sufficient spacing with datum level S.

[0056] The 2nd organic insulating layer 25 had window part 25b in the location of volume core 9a of the 1st coil layer 9, and has exposed volume core 9a from window part 25b of the 2nd organic insulating layer 25.

[0057] Membranes were formed by the spatter and the 2nd inorganic insulating layer 15 which consists of aluminum<sub>2</sub>O<sub>3</sub> grade has covered the whole surface of the front face of the 2nd organic insulating layer 25. the 2nd inorganic insulating layer 15 -- the coil of the 1st coil layer 9 -- a conductor -- it is formed so that crevice 25a of the 2nd organic insulating layer 25 may be buried in between.

[0058] this time -- crevice 25a of the 2nd organic insulating layer 25 -- shallow -- the coil of the 1st coil

layer 9 -- a conductor -- the spacing dimension of the 2nd inorganic insulating layer 15 and the 1st inorganic insulating layer 8 is larger than the coil conductor spacing dimension of the 1st coil layer 9 in between. such 2nd inorganic insulating layer 15 -- the coil of the 1st coil layer 9 -- a conductor -- it is formed without an opening in between. The gas in an opening expands and the opening inside [ inorganic insulating-layer 15 ] the 2nd becomes the cause which deforms the thin film magnetic head. [0059] Moreover, the top face of the 2nd inorganic insulating layer 15 is evenly formed in accordance with datum level S, and since the front face of the 2nd organic insulating layer 25 is separated enough with datum level S, as for the thickness of the 2nd inorganic insulating layer 15, it is sufficiently thick. [0060] Thus, in the 2nd inorganic insulating layer 15 with thick thickness, the top face of the 2nd inorganic insulating layer 15 is ground, when carrying out flattening so that it may be in agreement with a datum plane S, the 2nd organic insulating layer 25 is not exposed to the front face of the 2nd inorganic insulating layer 15 with the variation in precision, and the flat top face of the 2nd inorganic insulating layer 15 is not harmed.

[0061] Moreover, the 2nd inorganic insulating layer 15 had window part 15a in the location of volume core 9a of the 1st coil layer 9, and has exposed volume core 9a of the 1st coil layer 9 from window part 15a of the 2nd inorganic insulating layer 15.

[0062] The 2nd coil layer 10 which consists of right electrical conducting materials, such as Cu, is formed in the front face of the 2nd inorganic insulating layer 15 which is datum level S. The 2nd coil layer 10 is a flat-surface spiral configuration, volume core 10a approaches right above [ of a connection 20 ], and rolls right above [ of a connection 20 ] mostly, and is wound as core 10a.

[0063] Volume core 10a of the 2nd coil layer 10 is connected with volume core 9a of the 1st coil layer 9 through window part 15a of the 2nd inorganic insulating layer 15, and window part 25b of the 2nd organic insulating layer 25, and the 1st and 2nd coil layer 9 and 10 is connected to the serial.

[0064] Such 2nd coil layer 10 separates predetermined spacing from magnetic-disk opposed face 61b, is formed, and is. Spacing of the height direction from the periphery of the 2nd coil layer 10 to magnetic-disk opposed face 61b serves as the 2nd predetermined dimension (L2). By considering the 2nd predetermined dimension (L2) as the above to some extent, the configuration of the up core layer 6 and a location can be formed correctly, and between the up core layer 6 and the 2nd coil layer 10 can be certainly insulated so that it may mention later. The 2nd predetermined dimension (L2) is set as about 10 micrometers.

[0065] The 2nd predetermined spacing (L2) of the height direction from the periphery of the 2nd coil layer 10 to magnetic-disk opposed face 61b is set up more greatly than the height direction spacing from the periphery of the 1st coil layer 9 to magnetic-disk opposed face 61b. Since it is in agreement, the volume cores 9a and 10a of the 1st and 2nd coil layer 9 and 10 need to make the path of the 2nd coil layer 10 smaller than the path of the 1st coil layer 9.

[0066] Therefore, the 2nd coil layer 10 must form the suitable number of turns for the range narrower than the 1st coil layer 9, and the coil conductor-width (coil within field of 2nd inorganic insulating layer 15 width-of-face dimension of conductor) width of face of the 2nd coil layer 10 and coil conductor spacing are set up more narrowly than the coil conductor width of the 1st coil layer 9, and coil conductor spacing.

[0067] thus, the coil conductor width of the 2nd coil layer 10 and a coil -- a conductor -- if a dimension is narrowed, the path of the 2nd coil layer 10 can be formed small. Therefore, the die length of the up core layer 6 formed very much in a periphery from volume core 10a of the 2nd coil layer 10 is shortened, and since the height direction spacing (L1) from a connection 20 to magnetic-disk opposed face 61b is short, it is short magnetic-path length, is a low inductance, and can respond to RF record.

[0068] On the other hand, the coil conductor thickness halfbeak of the 1st coil layer 9 is also thickly formed for coil conductor thickness (coil the direction dimension of thickness of a conductor), and the 2nd coil layer 10 is maintaining low direct current resistance, even if a coil conductor width is narrow-width.

[0069] the 2nd coil layer -- for example, a coil conductor width -- about 1 micrometer and coil conductor spacing -- about 1 micrometer -- it is -- a coil -- a conductor -- thickness is about 2.6

micrometers.

[0070] Moreover, since the 1st coil layer 9 is left enough and formed from the datum level S in which the 2nd coil layer 10 was formed, except volume core 9a and 10a, it insulates certainly and spacing of the 1st coil layer 9 and the 2nd coil layer 10 has become what has high dependability.

[0071] The such 1st and 2nd coil layer 9 and 10 the coil of the 1st coil layer 9 -- a conductor -- the coil of the 2nd coil layer 10 of thickness -- a conductor -- with [ the ratio to thickness ] 0.8 [ or less ] let the 2nd coil layer 10 be low direct current resistance -- as -- the coil of the 2nd coil layer 10 -- a conductor -- having held thickness -- the coil of the 1st coil layer 9 -- a conductor -- thickness is made thin and the effectiveness that sufficient spacing can be prepared between the 1st and 2nd coil layer 9 and 10 shows up clearly.

[0072] Moreover, with [ the ratio to the coil conductor width of the 2nd coil layer 10 of the coil conductor width of the 1st coil layer 9 ] 1.2 [ or more ], the 1st and 2nd coil layer 9 and 10 the coil of the 1st coil layer 9 -- a conductor, holding the coil conductor width of the 1st coil layer 9 so that the 1st coil layer 9 may be made into low direct current resistance, even if it made thickness thin The effectiveness which can narrow the coil conductor width of the 2nd coil layer 10, and can make the path of the 2nd coil layer 10 small shows up clearly.

[0073] the resist of novolak resin system or polyimide resin system to 1st organic insulating layer 17 -- the front face of the 2nd inorganic insulating layer 15 -- setting -- the 2nd coil layer 10 -- covering -- \*\*\*\* -- the coil of the 2nd coil layer 10 -- a conductor -- between is filled. The 1st organic insulating layer 17 was not formed in the top face of the up magnetic pole layer 23, and the top face of a connection 20, but the tip by the side of magnetic-disk opposed face 61b of the 1st organic insulating layer 17 has extended to near the up magnetic pole layer 23.

[0074] Moreover, according to the direction of thickness, inclined plane 17a which separates from magnetic-disk opposed face 61b is gradually formed by the magnetic-disk opposed face 61b side of the 1st organic insulating layer 17.

[0075] In order for such inclined plane 17a to form gently the front face of the 2nd inorganic insulating layer 15 which is datum level S, and the include angle theta to accomplish Spacing from the periphery of the 2nd coil layer 10 to the up magnetic pole layer 23 is enlarged. That is, the 2nd predetermined dimension (L2) from the periphery of the 2nd coil layer 10 to magnetic-disk opposed face 61b is enlarged, and distance to the point which approaches the up magnetic pole layer 23 of the 1st organic insulating layer 17 from the periphery of the 2nd coil layer 10 is lengthened.

[0076] As for the front face of the 2nd inorganic insulating layer 15 whose inclined plane 17a is datum level S, and the include angle theta to accomplish, it is desirable that it is 60 degrees or less. The location of the up core layer 6 and a configuration can be correctly formed, so that explanation of the next manufacture approach may be described and the datum level S of inclined plane 17a and the include angle theta to accomplish are small.

[0077] If inclined plane 17a makes loose the front face of the 2nd inorganic insulating layer 15 which is datum level S, and the include angle theta to accomplish, between the up core layer 17 which the thickness of the organic insulating layer 17 of a wrap 2nd did not become extremely thin about periphery corner 10b of the 2nd coil layer 10, and was formed on the 1st organic insulating layer 17, and the 2nd coil layer 10 can be insulated certainly.

[0078] Moreover, by narrowing the coil conductor width of the 2nd coil layer 10, and coil conductor spacing, the 2nd coil layer 10 inner-circumference section can be separated from a connection 20, and can be formed. Thus, the up core layer 6 and the 2nd coil layer 10 which were formed on the 1st insulating layer 17 can be insulated certainly, without the thickness of the 1st insulating layer 17 of a wrap becoming extremely thin about inner circumference corner 10c of the 2nd coil layer 10, if the 2nd coil layer 10 inner-circumference section is separated from a connection 20.

[0079] While the up core layer 6 is formed on the 1st organic insulating layer 17 and the back end section 6a side is joined to the top face of a connection 20, point 6b is joined to the top face of the up magnetic pole layer 23, without exposing to magnetic-disk opposed face 61b. The plane of composition of such the up magnetic pole layer 23 and the up core layer 6 is formed in the height of datum level S.

[0080] While the up core layer 6 is magnetically connected with the lower core layer 7 through a connection 20, it connects with the up magnetic pole layer 23 magnetically, and after flowing to the up magnetic pole layer 23, the magnetic flux from the up core layer 6 results in the lower core layer 7, and returns from a connection 20 to the up core layer 6.

[0081] For RF record, it is desirable to result [ from the up core layer 6 ] in the lower core layer 7, to shorten the path die length (magnetic-path length) of the magnetic flux which returns to the up core layer 6, and to consider as a low inductance.

[0082] In the gestalt of this operation, the die length of the up core layer 6 formed very much in a periphery from volume core 10a of the 2nd coil layer 10 is shortened, and since the height direction spacing (L1) from a connection 20 to magnetic-disk opposed face 61b is short, it is short magnetic-path length.

[0083] Point 6b of the up core layer 6 is the inclined plane where end-face 6c by the side of magnetic-disk opposed face 61b separates from magnetic-disk opposed face 61b gradually in the direction of thickness from the up magnetic pole layer 23. Such point 6b of the up core layer 6 can make large a plane-of-composition product with the up magnetic pole layer 23, without exposing to magnetic-disk opposed face 61b. Thus, if the plane-of-composition product of the up core layer 6 and the up magnetic pole layer 23 is large, the magnetic flux of the up core layer 6 will flow efficiently to the up magnetic pole layer 23 side.

[0084] Moreover, as for point 6b of the up core layer 6, it is desirable that the include angle phi of end-face 6c and the top face of the up magnetic pole layer 23 to accomplish is more than the include angle theta of inclined plane 17a of the 1st organic insulating layer 17 and the 2nd inorganic insulating-layer 15 front face to accomplish. If the include angle phi which end-face 6c of the up core layer 6 and the top face of the up magnetic pole layer 23 accomplish is formed smaller than 60 degrees when the include angle theta of inclined plane 17a of the 1st organic insulating layer 17 and the 2nd inorganic insulating-layer 15 front face to accomplish is 60 degrees, since the volume of point 6b of the up core layer 6 will become small, the magnetic-flux transmission efficiency from the up core layer 6 to the up magnetic pole layer 23 gets worse.

[0085] Moreover, as for the width-of-face dimension of the direction of a truck of point 6b of the up core layer 6, it is desirable that they are about 2 to 2.5 times of the width of recording track Tw of the up magnetic pole layer 23. If it is this range, when forming the up core layer 6 in the top face of the up magnetic pole layer 23, it is easy to pile up certainly the top face of the up magnetic pole layer 23 into the width-of-face dimension of the up core layer 6, and it can pass efficiently the magnetic flux from the up core layer 6 to the up magnetic pole layer 23 side.

[0086] In addition, if the lower magnetic pole layer 21 and the up magnetic pole layer 23 have saturation magnetic flux density higher than the lower core layer 7 and the up core layer 6 still more preferably, magnetic flux will concentrate near the magnetic gap layer 21.

[0087] Next, the manufacture approach of the thin film magnetic head of this invention, especially the manufacture approach of the recording head section h2 are explained using drawing 19 from drawing 4 . A detached core 5 is formed after forming the reproducing-head section h1, and the lower core layer 7 is formed in the front face of a detached core 5.

[0088] Next, like drawing 4 , after forming Gd arrangement insulation section 27 in the predetermined location of the front face of the lower core layer 7, the 1st resist frame 30 is formed on the lower core layer 7 like drawing 5 .

[0089] The 1st resist frame 30 has window part 30a opened wide at the magnetic-disk opposed face 61b side, and the width-of-face dimension of the direction of a truck of window part 30a serves as the almost predetermined width of recording track Tw. Moreover, the part by the side of magnetic-disk opposed face 61b has exposed Gd arrangement insulation section 27 from window part 30a of the 1st resist frame 30.

[0090] Then, sequential formation of the lower magnetic pole layer 21, the magnetic gap layer 22, and the up magnetic pole layer 23 is carried out by the electrolysis galvanizing method on the lower core layer 7 in which the 1st resist frame 30 was formed.

[0091] Since the magnetic gap layer 22 is non-magnetic metal which can form membranes by the electrolysis galvanizing methods, such as NiPd, at this time and the lower magnetic pole layer 21, the magnetic gap layer 22, and the up magnetic pole layer 23 can be continuously formed by the electrolysis galvanizing method, a production process becomes simple.

[0092] After forming the lower magnetic pole layer 21, the magnetic gap layer 22, and the up magnetic pole layer 23, the 1st resist frame 30 is exfoliated like [drawing 6](#).

[0093] After exfoliating the 1st resist frame 30, according to an ion milling process, the width of face of the direction of a truck of the lower magnetic pole layer 21, the magnetic gap layer 22, and the up magnetic pole layer 23 is shaved off, and it forms in the predetermined width of recording track TW. At this time, an ion irradiation angle is about 70 degrees to the upper part and the direction of thickness of the lower magnetic pole layers 23 and 21.

[0094] Next, a connection 20 is formed in the predetermined location of lower core layer 7 front face, and the inorganic insulating layer 8 of a wrap 1st is formed even for the top face of the lower core layer 7, Gd arrangement insulation section 27, a connection 20, and the up magnetic pole layer 23 like [drawing 7](#).

[0095] And spatter membrane formation of the Cu substrate film 31 for forming the 1st coil layer 9 in the front face of the 1st inorganic insulating layer 8 by the electrolysis galvanizing method is carried out like [drawing 8](#).

[0096] Then, the resist film used as the 2nd resist frame 32 is applied, exposure and development remove an exposure part for this resist film in the configuration of the 1st coil layer 9, and the 2nd resist frame 32 is formed in the front face of Cu substrate film 31.

[0097] And Cu plating film is formed on Cu substrate film 31 with which the 2nd resist frame 32 was formed, and the 1st coil layer 9 is formed in the field surrounded by the 2nd resist frame 32.

[0098] Then, like [drawing 9](#), excessive Cu plating film and excessive Cu substrate film other than the 1st coil layer 9 are removed, and the 1st coil layer 9 is completed.

[0099] After forming the 1st coil layer 9, the organic insulating layer 25 of a wrap 2nd is applied for the 1st coil layer 9 with a spin coat method like [drawing 10](#). this time -- the 2nd organic insulating layer 25 -- the coil of the 1st coil layer 9 -- a conductor -- the gap of a between -- entering -- a coil -- a conductor -- an equivalent thickness dimension is certainly buried in the width-of-face dimension of the gap of a between. therefore, the conductor of the 1st coil layer 9 -- crevice 25a of the 2nd organic insulating-layer 25 front face formed in between will become shallow.

[0100] After forming the 2nd organic insulating layer 25, the 2nd inorganic insulating layer 15 is formed by the spatter like [drawing 11](#). While the 2nd inorganic insulating layer 15 covers the 2nd organic insulating layer 25 at this time and burying crevice 25a of the 2nd organic insulating layer 25, it is a wrap about the up magnetic pole layer 23 and a connection 20.

[0101] Since crevice 25a is shallowly formed when the 2nd inorganic insulating layer 15 buries crevice 25a of the 2nd organic insulating layer 25, the 2nd inorganic insulating layer 15 is formed without an opening in crevice 25a.

[0102] Temporarily, when deep and crevice 25a of the front face of the 2nd organic insulating layer 25 forms the 2nd inorganic insulating layer 15 by the spatter, an opening may be generated in the 2nd inorganic insulating layer 15 that the 2nd inorganic insulating layer 15 is hard to be formed in the part which became the shadow of the 1st coil layer 9 (the shadow effectiveness).

[0103] CMP (Chemical Mechanical Polishing) processing is performed on the top face of the 2nd inorganic insulating layer 15, the up magnetic pole section 23, and a connection 20 after forming the 2nd inorganic insulating layer 15, and like [drawing 12](#), the same flat flat surface is processed and let the front face of the 2nd inorganic insulating layer 15, the up magnetic pole section 23, and a connection 20 be datum level S.

[0104] At this time, since the 2nd inorganic insulating layer 15 is formed sufficiently thickly, the 1st coil layer 9 is not exposed from the 2nd inorganic insulating layer 15 with CMP processing.

[0105] Like [drawing 13](#) after CMP processing, spatter membrane formation of the Cu substrate film 33 for forming the 2nd coil layer 10 in the front face of the 2nd inorganic insulating layer 15 by the



electrolysis galvanizing method is carried out.

[0106] Then, after applying to the front face of Cu substrate film 33 the resist film used as the 3rd resist frame 34, exposure and development remove an exposure part for this resist film in the configuration of the 2nd coil layer 10, and the 3rd resist frame 34 is formed in it. Since the front face of the 2nd inorganic insulating layer 15 which forms the 3rd resist frame 34 is flat at this time, patterning of the 3rd resist frame 34 can be carried out to an exact configuration.

[0107] And Cu plating film is formed like drawing 14 on Cu substrate film 33 with which the 3rd resist frame 34 was formed, and the 2nd coil layer 10 is formed in the field surrounded by the 3rd resist frame 34.

[0108] Then, like drawing 15, excessive Cu plating film and excessive Cu substrate film other than the 2nd coil layer 10 are removed, and the 2nd coil layer 10 is completed.

[0109] After forming the 2nd coil layer 10, like drawing 16, the organic insulating layer 17 of a wrap 1st is applied with a spin coat method, the 1st organic insulating layer 17 is exposed and developed by the photolithography, and patterning of the 2nd coil layer 10 is carried out so that the up magnetic pole layer 23 and the top face of a connection 20 may be exposed from the 1st organic insulating layer 17. And inclined plane 17a is formed in magnetic-disk opposed face side 61b at the 1st organic insulating layer 17.

[0110] After forming the 1st organic insulating layer 17, in order to form the up core layer 6 by the electrolysis galvanizing method, spatter formation of the permalloy substrate film 35 is carried out on the 1st organic insulating layer 17, the up magnetic pole layer 23, and the top face of a connection 20.

[0111] Then, the 4th resist frame 38 which surrounds the rim of the up core layer 6 as shown in drawing 19 is formed. As the mask 37 for forming the 4th resist frame by the photolithography is shown in drawing 18, the part corresponding to the configuration of exposure partial 37a and the up core layer 6 in the part which it should leave as 4th resist frame is protection-from-light partial 37b.

[0112] In the exposure process of a photolithography, a mask 37 is laid on the resist film 36 formed on the permalloy substrate film 35, and an optical exposure is carried out from on a mask 37 at the resist film 36. At this time, as shown in drawing 18, under exposure partial 37a of a mask 37, inclined plane 17a of the 1st organic insulating layer 17 is, and as shown in drawing 17, scattered reflection of the incident light to the resist film 36 is carried out to the magnetic-disk opposed face 61b side with the permalloy substrate film 35 formed on inclined plane 17a of the 1st organic insulating layer 17.

[0113] There is little range from which incident light leaks, and although the incident light by which scattered reflection was carried out leaks also to the resist film 36 under protection-from-light partial 37b of a mask 37, if the tilt angle  $\theta$  is 60 degrees or less, the resist film 36 will be mostly exposed as the pattern of exposure partial 37a of a mask 37, so that the tilt angle  $\theta$  of inclined plane 17a of the 1st organic insulating layer 17 is small.

[0114] And the exposed resist film 36 is developed, and if the part which the resist film 36 shaded is removed, the part which the resist film 36 exposed will serve as the 4th resist frame 38 surrounding the rim of the up core layer 6.

[0115] Thus, if it leaves the exposed part and the part which shaded is removed, the cross section of the 4th resist frame 38 serves as a configuration [ as / whose root Motobe is narrow as shown in drawing 19 ], and the 4th resist frame 38 serves as an inclined plane where the wall by the side of magnetic-disk opposed face 61b separates from magnetic-disk opposed face 61b gradually in the direction of thickness from the up magnetic pole layer 23.

[0116] The permalloy plating film is formed on the permalloy substrate film 35 with which such 4th resist frame 38 was formed, and the up core layer 6 is formed in the inside surrounded by the 4th resist frame 38.

[0117] At this time, end-face 6c of point 6b of the up core layer 6 becomes the inclined plane which separates from magnetic-disk opposed face 61b gradually in the direction of thickness from the up magnetic pole layer 23 in accordance with the wall of the 4th resist frame 38.

[0118] And the 4th resist frame 38 is exfoliated and the excessive permalloy plating film and the excessive permalloy substrate film are removed. Thus, manufacture of the recording head section h2 is



ended.

[0119] Next, the drive of the recording head section h2 of the thin film magnetic head of this invention is explained. At the time of the drive of the recording head section h2, a record current is impressed to the 1st and 2nd coil layer 9 and 10, and a record field is guided to the upper part and the lower core layers 6 and 7 according to a coil current.

[0120] Since the direct current resistance of the 1st and 2nd coil layer 9 and 10 is low at this time, there is little loss of the power by the 1st and 2nd coil layer 9 and 10, and it can guide a record field to the upper part and the lower core layers 6 and 7 efficiently.

[0121] The record field guided to the up core layer 6 flows in the up magnetic pole layer 23. And a record field leaks in the magnetic gap layer 22 between the up magnetic pole layer 23 and the lower magnetic pole layer 21, turns into a field, has the width of recording track  $T_w$ , and is given to a magnetic disk.

[0122] Since the back end section of the magnetic gap layer 22 touches Gd arrangement insulation section 27 at this time, a record field is given efficiently to a magnetic disk, without producing the leak field between the up magnetic pole layer 23 and the lower magnetic pole layer 21 in the back end section side of the magnetic gap layer 22.

[0123] If the thickness of the up magnetic pole layer 23 can be thinly formed at this time, the distance from the up core layer 6 to the magnetic gap layer 22 is short, and magnetic flux can be efficiently passed from the up core layer 6 to the magnetic gap layer 22.

[0124] Moreover, since the lower magnetic pole layer 21 is projected and formed in the up magnetic pole layer 23 side from the lower core layer 7, it leaks in the upper part, the lower magnetic pole layer 23, and the magnetic gap layer 22 between 21, a field occurs, it leaks between the up magnetic pole layers 23 in the lower core layer 7 which separated from the formation location of the lower magnetic pole layer 21, and a field cannot generate it easily. Therefore, write-fringing can be controlled and it can consider as the thin film magnetic head which was more suitable for high recording density-ization.

[0125] Moreover, if inclined plane 7b is formed in the lower core layer 7 which separated from the location of the lower magnetic pole layer 21, spacing with the up magnetic pole layer 23 will spread as such inclined plane 7b of the lower core layer 7 separates from the lower magnetic pole layer 21. Therefore, between the up magnetic pole layer 23 and inclined plane 7b, it is hard to produce a leak field and write-fringing is controlled.

[0126] On the other hand, since the up core layer 6 is not exposed to magnetic-disk opposed face 61b, the width of face of the record field by which the magnetic flux from the up core layer 6 is not given to a magnetic disk, and is given to a magnetic disk turns into the width of recording track  $T_w$ .

[0127] In the thin film magnetic head which can respond to high recording density-ization, in this way, write-fringing is controlled and the width of face of the record field given to a magnetic disk is wanted to be the width of recording track  $T_w$ .

[0128] Moreover, since the path of the 2nd coil layer 10 is small when the magnetic flux from the up core layer 6 results in the lower core layer 7 and returns from a connection 20 to the up core layer 6 after it flows to the up magnetic pole layer 23 Since the die length of the up core layer 6 formed very much in a periphery from volume core 10a of the 2nd coil layer 10 is short and the height direction spacing ( $L_1$ ) from a connection 20 to magnetic-disk opposed face 61b is short It is short magnetic-path length, and it is a low inductance and can respond to RF record.

[0129] In addition, although the lower magnetic pole layer 21 was formed and write-fringing was controlled with the gestalt of the above-mentioned implementation, the direct magnetic gap layer 22 may be formed in the front face of the lower core layer 7, without forming the lower magnetic pole layer 21.

[0130] In addition, although the gestalt of the above-mentioned implementation explained the combined head equipped with the recording head section h2 on the reproducing-head section h1, the thin film magnetic head of only the head section h2 for record is sufficient.

[0131]

[Effect of the Invention] The up core layer to which the thin film magnetic head of this invention

counters a lower core layer and said lower core layer, The up magnetic pole layer which it is prepared between said vertical core layers, and is joined to said up core layer, This up magnetic pole layer, the magnetic gap layer which intervenes between said lower core layers, and said up core layer and the 1st coil layer located in said lower core layer side rather than the plane-of-composition height of said up magnetic pole layer, the 2nd coil layer located in said up core layer side rather than said plane of composition -- having -- said 1st coil layer -- a coil -- a conductor -- the coil conductor thickness halfbeak of the 2nd coil layer also has thin thickness. such the thin film magnetic head -- the coil of the 1st coil layer -- a conductor -- since sufficient spacing can be opened and the 1st coil layer can be formed by making thickness thin from the plane-of-composition height of an up magnetic pole layer and an up core layer, the insulation between the 1st and 2nd coil layer is secured, and it is reliable, and can respond to high recording density-ization by making an up magnetic pole layer thin.

[0132] The process in which the manufacture approach of the thin film magnetic head of this invention forms the organic insulating layer of a wrap 1st for said 2nd coil layer, this -- with the process which forms the resist frame surrounding the rim of an up core layer on the 1st organic insulating layer It has the process which forms said up core layer in the field which this resist frame surrounds, and said resist frame exposes and forms in the configuration of said resist frame the resist applied on said 1st organic insulating layer. By such manufacture approach of the thin film magnetic head, gradually, the end face by the side of the magnetic-disk opposed face of an up core layer can form in the direction of thickness so that it may be the inclined plane which separates from a magnetic-disk opposed face.

---

[Translation done.]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号  
特開2002-123910  
(P2002-123910A)

(43) 公開日 平成14年4月26日 (2002.4.26)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>  
G 1 1 B 5/31

識別記号

F I  
G 1 1 B 5/31

テームト\* (参考)

F 5 D 0 3 3  
C  
E

審査請求 未請求 請求項の数17 O L (全 15 頁)

(21) 出願番号 特願2000-319615 (P2000-319615)

(22) 出願日 平成12年10月16日 (2000.10.16)

(71) 出願人 000010098

アルプス電気株式会社  
東京都大田区雪谷大塚町1番7号

(72) 発明者 小林 潔

東京都大田区雪谷大塚町1番7号 アルプ  
ス電気株式会社内

(72) 発明者 牛嶋 英紀

東京都大田区雪谷大塚町1番7号 アルプ  
ス電気株式会社内

(72) 発明者 矢澤 久幸

東京都大田区雪谷大塚町1番7号 アルプ  
ス電気株式会社内

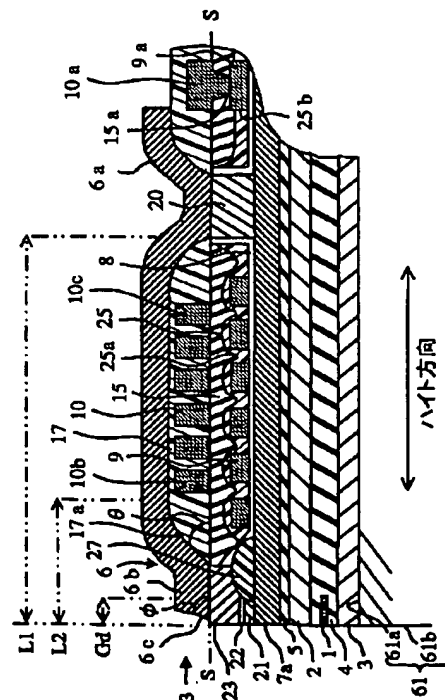
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 薄膜磁気ヘッド及び薄膜磁気ヘッドの製造方法

(57) 【要約】

【課題】 高記録密度化に対応して、且つ、信頼性の高い薄膜磁気ヘッドを提供する。

【解決手段】 上部コア層6と上部磁極層23の接合面よりも下部コア層6側に位置する第1のコイル層9のコイル導体厚さ寸法を、上部コア層6と上部磁極層23の接合面よりも上部コア層6側に位置する第2のコイル層10のコイル導体厚さ寸法よりも薄く形成した。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 下部コア層と、前記下部コア層に対向する上部コア層と、前記上下コア層間に設けられて、前記上部コア層に接合する上部磁極層と、該上部磁極層と前記下部コア層間に介在する磁気ギャップ層と、前記上部コア層と前記上部磁極層の接合面高さよりも前記下部コア層側に位置する第1のコイル層と、前記接合面よりも前記上部コア層側に位置する第2のコイル層とを有し、前記第1のコイル層は、コイル導体厚さが、第2のコイル層のコイル導体厚さよりも薄いことを特徴とする薄膜磁気ヘッド。

【請求項2】 前記第2のコイル層のコイル導体幅は、前記第1のコイル層のコイル導体幅よりも小さいことを特徴とする請求項1記載の薄膜磁気ヘッド。

【請求項3】 前記第2のコイル層のコイル導体間隔は、前記第1のコイル層のコイル導体間隔よりも狭いことを特徴とする請求項2記載の薄膜磁気ヘッド。

【請求項4】 前記第1のコイル層の導体厚さの前記第2のコイル層の導体厚さに対する比は、0.8以下であることを特徴とする請求項1記載の薄膜磁気ヘッド。

【請求項5】 前記第1のコイル層の導体幅の第2のコイル層の導体幅に対する比は、1.2以上であることを特徴とする請求項2記載の薄膜磁気ヘッド。

【請求項6】 前記第1のコイル層のコイル導体間隔の第2のコイル層のコイル導体間隔に対する比は、1.2以上であることを特徴とする請求項3記載の薄膜磁気ヘッド。

【請求項7】 前記第2のコイル層を覆う第1の有機絶縁層は、磁気媒体対向面側に、膜厚方向に従って、漸次、前記磁気媒体から離れるような傾斜面が形成されており、該傾斜面と、前記第2のコイル層が形成された平面の交差する角度が60°以下であることを特徴とする請求項2、3または5、6記載の薄膜磁気ヘッド。

【請求項8】 前記下部コア層の先端部には、前記上部磁極層に向かって突出した下部磁極層が形成され、前記磁気ギャップ層は、前記上部磁極層と前記下部磁極層との間に形成されていることを特徴とする請求項1乃至7のいずれかに記載の薄膜磁気ヘッド。

【請求項9】 前記上部コア層の前記磁気媒体側の端面は、前記上部磁極層から膜厚方向に、漸次、前記磁気媒体から離れるような傾斜面であることを特徴とする請求項1乃至8のいずれかに記載の薄膜磁気ヘッド。

【請求項10】 前記下部コア層上には、ギャップ深さ決め絶縁部が形成されており、前記磁気ギャップ層の後端部は、前記ギャップ深さ決め絶縁部に接触していることを特徴とする請求項1乃至9のいずれかに記載の薄膜磁気ヘッド。

【請求項11】 第2の有機絶縁層は、前記第1のコイル層のコイル導体間隔を埋めて、第2の無機絶縁層は、前記第2の有機絶縁層の表面全面を覆い、表面が平坦化さ

れて、前記第2の無機絶縁層の平坦な表面に前記第2のコイル層が形成されていることを特徴とする請求項1乃至10のいずれかに記載の薄膜磁気ヘッド。

【請求項12】 前記第1のコイル層は、第1の無機絶縁層表面に形成されており、前記第1のコイル層のコイル導体間での前記第2の無機絶縁層は、前記第1の無機絶縁層との間隔が、前記第1のコイル層のコイル導体間隔幅寸法よりも大きいことを特徴とする請求項11記載の薄膜磁気ヘッド。

【請求項13】 前記第2の無機絶縁層は、 $Al_2O_3$ 、または $SiO_2$ 、前記第2の有機絶縁層は、ノボラック樹脂、またはポリイミドであることを特徴とする請求項11または12記載の薄膜磁気ヘッド。

【請求項14】 前記磁気ギャップ層が、電解めっきによる形成が可能な非磁性金属材料であることを特徴とする請求項1乃至13のいずれかに記載の薄膜磁気ヘッド。

【請求項15】 下部コア層上に、磁気ギャップ層と上部磁極層を電解めっき法により順次形成する工程と、前記下部コア層上に形成した第1のコイル層を覆う第2の無機絶縁層を形成する工程と、前記第2の無機絶縁層と前記上部磁極層の上面を、平坦な同一面とする研磨工程と、該研磨工程の後、前記第2の無機絶縁層上に、前記第1のコイル層よりもコイル導体厚さ寸法が大きい第2のコイル層を形成する工程と、前記第2のコイル層を覆う第1の有機絶縁層を形成する工程と、該第1の有機絶縁層上に上部コア層の外縁を囲む第4のレジストフレームを形成する工程と、該第4のレジストフレームが囲む領域に前記上部コア層を形成する工程とを有し、前記第4のレジストフレームは、前記第1の有機絶縁層上に塗布されたレジストを、前記第4のレジストフレームの形状に露光して形成することを特徴とする薄膜磁気ヘッドの製造方法。

【請求項16】 前記第1のコイル層を形成した後、前記第1のコイル層のコイル導体間を埋める第2の有機絶縁層を形成する工程と、前記第2の有機絶縁層の表面に、スパッタ法により前記第2の無機絶縁層を形成することを特徴とする請求項15記載の薄膜磁気ヘッドの製造方法。

【請求項17】 前記下部コア層上にギャップ深さ決め絶縁層を形成した後、前記磁気ギャップ層を形成することを特徴とする請求項16記載の薄膜磁気ヘッドの製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、例えばハード磁気ディスク等に用いられる磁気記録用の薄膜磁気ヘッドに係わり、特に、高記録密度化と高記録周波数化に対応した薄膜磁気ヘッド及びその製造方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 従来の薄膜磁気ヘッドは、図1に示すよ

うに、非磁性材料からなる略矩形状のスライダ61上に形成されており、記録ヘッド部は、図20に示すように、2層の積層構造である第1、第2のコイル層59、60が、互いに対向する上部コア層56、下部コア層57の間に介在している。

【0003】上部コア層56、下部コア層57の先端部間において、それぞれ、上部、下部コア層56、57と磁気的に接続する上部磁極層63、下部磁極層51が磁気ギャップ層62を挟持している。

【0004】上部磁極層63と上部コア層56の接合面高さの平面を基準面S5としたとき、第1のコイル層59は、基準面S5高さよりも下部コア層57側に形成されている。第1のコイル層59は、絶縁層64に覆われており、絶縁層64の表面は、基準面S5と一致している。

【0005】第2のコイル層60は、基準面S5とする絶縁層64表面に形成されている。

【0006】第2のコイル層60のコイル導体幅、コイル導体厚さは、それぞれ、第1のコイル層59のコイル導体幅、コイル導体厚さと同等に形成されている。

【0007】第2のコイル層60を覆う第1の有機絶縁層58は、スライダ61の磁気ディスク対向面61b側に、基準面S5から膜厚方向に向かって、磁気ディスク対向面61bから離れるような傾斜面58aが形成されている。

【0008】上部コア層56は、第1の有機絶縁層58を介して第2のコイル層60を覆っている。このような上部コア層56は、先端部が第1の有機絶縁層58の傾斜面58aから上部磁極層63の上面に至っている。

【0009】上部コア層56の形成は、図21に示すように、第1の有機絶縁層58の表面に導電性のめっき下地膜70をスパッタ成膜してから、めっき下地膜70上にレジスト71を塗布して、レジスト71を、フォトリソグラフィにより、上部コア層56の形状に対応したレジストフレームに形成する。

【0010】レジストフレームを形成するフォトリソグラフィの露光工程において、照射光は、第1の有機絶縁層58の傾斜面58a上に形成されためっき下地膜70により乱反射される。

【0011】このとき、第1の有機絶縁層58の傾斜面58aと基準面S5の成す角が大きいと、乱反射された照射光が磁気ディスク対向面61b側に広く漏れ出して、遮光されるべきレジスト70の部分が露光される場合がある。

【0012】よって、第1の有機絶縁層58の傾斜面58aと基準面S5の成す角が大きいと、レジストフレームを所望の形状に形成することができず、上部コア層56の位置、形状を、正確に形成することは困難である。

【0013】また、第1の有機絶縁層58の傾斜面58aと基準面S5の成す角が大きいと、第2のコイル層60の外周、内周の角部を覆う第1の有機絶縁層58の膜厚が極端に薄くなって、第2のコイル層60と上部コア層56がショートする可能性もある。第2のコイル層60と上部コア層56のショートを防ぐために、第2のコイル層60の形状を変えないまま、第2のコイル層60と上部コア層56の間隔を広くすると、上部コア層56における磁路長が長くなり、高周波記録に対応することが困難となる。

【0014】

【発明が解決しようとする課題】従来の薄膜磁気ヘッドでは、第1のコイル層59のコイル導体厚さは、第2のコイル層60のコイル導体厚さと同等に形成されているので、第2のコイル層60のコイル導体厚さが厚いとき、第1のコイル層59のコイル導体厚さも厚くなる。このような場合、第1のコイル層59を覆う絶縁層64の膜厚が薄いと、絶縁層64の表面を研磨する工程における精度のばらつきにより、絶縁層64から第1のコイル層59が露出する可能性があり、第1のコイル層59と第2のコイル層60がショートする原因になるという問題があった。本発明は、信頼性の高い薄膜磁気ヘッドを提供することを目的とする。

【0015】

【課題を解決するための手段】本発明の薄膜磁気ヘッドは、下部コア層と、前記下部コア層に対向する上部コア層と、前記上下コア層間に設けられて、前記上部コア層に接合する上部磁極層と、該上部磁極層と前記下部コア層間に介在する磁気ギャップ層と、前記上部コア層と前記上部磁極層の接合面高さよりも前記下部コア層側に位置する第1のコイル層と、前記接合面よりも前記上部コア層側に位置する第2のコイル層とを有し、前記第1のコイル層は、コイル導体厚さが、第2のコイル層のコイル導体厚さよりも薄い。このような薄膜磁気ヘッドでは、第1のコイル層のコイル導体厚さを薄くすることにより、第1のコイル層を、上部磁極層と上部コア層との接合面高さから十分な間隔をあけて形成することができるので、第1、第2のコイル層間の絶縁性を確保して信頼性が高くなる。さらに、本発明の薄膜磁気ヘッドでは、第1のコイル層が、上部磁極層と上部コア層との接合面高さから十分な間隔を有しているため、接合面高さを低くすることが可能となり、上部磁極層を薄くすることができる。上部磁極層を薄くすることにより、上部コア層からの磁束を、効率良く磁気ギャップ層に流すことが可能となり、高い記録密度化に対応することができる。

【0016】

【課題を解決するための手段】本発明の薄膜磁気ヘッドは、前記第2のコイル層のコイル導体幅が、前記第1のコイル層のコイル導体幅よりも小さい。このような薄膜磁気ヘッドでは、第2のコイル層は、第2のコイル層のコイル導体厚さを厚くして、コイル導体幅を狭くすることにより、直流抵抗を増大させることなく、適切な巻き数をより狭い領域

に形成することが可能である。よって、上部コア層が、第2のコイル層の巻き中心部近傍から第2のコイル層の外周に至るまでの長さを短縮して、短磁路長とすることにより、低インダクタンスであり、高周波記録に対応した薄膜磁気ヘッドとすることができる。

【0017】また、第1のコイル層の導体幅を大きくすることにより、高記録密度化に伴い薄型化した上部磁極層に対応して第1のコイル層の厚さを薄くしても、第1のコイル層の直流抵抗が増大することがない。よって、第1のコイル層による電力損失を抑制した薄膜磁気ヘッドとすることができる。

【0018】また、本発明の薄膜磁気ヘッドは、前記第2のコイル層のコイル導体間隔が、前記第1のコイル層のコイル導体間隔よりも狭い。このような薄膜磁気ヘッドでは、上部コア層が、第2のコイル層の巻き中心部近傍から第2のコイル層の外周に至るまでの長さを、さらに短縮して、より短磁路長とすることにより、低インダクタンスであり、高周波記録に対応した薄膜磁気ヘッドとすることができる。

【0019】また、本発明の薄膜磁気ヘッドは、前記第1のコイル層の導体厚さの前記第2のコイル層の導体厚さに対する比が、0.8以下である。このような薄膜磁気ヘッドでは、第2のコイル層を低直流抵抗とするように第2のコイル層のコイル導体厚さを保持したまま、第1のコイル層のコイル導体厚さを薄くして、第1と第2のコイル層の間に、十分な間隔を設けることができる効果が明確に現れる。

【0020】本発明の薄膜磁気ヘッドは、前記第1のコイル層の導体幅の第2のコイル層の導体幅に対する比が、1.2以上である。このような薄膜磁気ヘッドでは、第1のコイル層のコイル導体厚さを薄くしても、第1のコイル層を低直流抵抗とするように第1のコイル層のコイル導体幅を保持したまま、第2のコイル層のコイル導体幅を狭くして、第2のコイル層を狭い領域に形成できる効果が明確に現れる。

【0021】本発明の薄膜磁気ヘッドは、前記第1のコイル層の導体間隔の第2のコイル層の導体間隔に対する比は、1.2以上である。このような薄膜磁気ヘッドでは、第2のコイル層が形成される領域をさらに小さくすることができる効果が、より明確に現れる。

【0022】本発明の薄膜磁気ヘッドは、前記第2のコイル層を覆う第1の有機絶縁層が、前記磁気ディスク対向面側に、膜厚方向に従って、漸次、磁気ディスク対向面から離れるような傾斜面が形成されており、該傾斜面と、前記第2のコイル層が形成された平面の交差する角度が60°以下である。このような薄膜磁気ヘッドでは、第1の有機絶縁層上に塗布したレジスト膜を露光、現像して、上部コア層の外縁を囲むレジストフレームを形成する工程において、レジストフレームを所定の形状、位置に形成することができるので、このレジストフ

レームに囲まれた領域に形成された上部コア層は、所定の形状、位置となる。

【0023】本発明の薄膜磁気ヘッドは、前記下部コア層の先端部には、前記上部磁極層に向かって突出した下部磁極層が形成され、前記磁気ギャップ層は、前記上部磁極層と前記下部磁極層との間に形成されている。このような薄膜磁気ヘッドでは、磁気ギャップ間に生じる洩れ磁界が、上部磁極層と下部磁極層との間に生じて、上部、下部磁極層間から外れた位置には発生しにくいので、ライトフリンジングを抑制して、より高記録密度化に適した薄膜磁気ヘッドとすることができる。

【0024】本発明の薄膜磁気ヘッドは、前記上部コア層の磁気媒体側の端面が、前記上部磁極層から膜厚方向に、漸次、磁気媒体から離れるような傾斜面である。このような薄膜磁気ヘッドでは、上部コア層が上部磁極層から露出することなく、上部コア層と上部磁極層の接合面の面積を広くすることができるので、上部コア層に誘導された記録磁界を、効率良く、洩れ磁界として磁気媒体に付与することができる。

【0025】本発明の薄膜磁気ヘッドは、前記下部コア層上には、ギャップ深さ決め絶縁層が形成されており、前記磁気ギャップ層の後端部は、前記ギャップ深さ決め絶縁層に接触している。このような薄膜磁気ヘッドでは、ギャップ深さ決め絶縁層によって、ギャップ幅や磁気ギャップ層の形状に応じて、磁気ギャップ層を適切なギャップ深さに形成することができる。

【0026】本発明の薄膜磁気ヘッドは、第2の有機絶縁層が、前記第1のコイル層のコイル導体間隔を埋めて、第2の無機絶縁層は、前記第2の有機絶縁層の表面全面を覆い、表面が平坦化されて、前記第2の無機絶縁層の平坦な表面に前記第2のコイル層が形成されている。このような薄膜磁気ヘッドでは、第1のコイル層のコイル導体間隔を、第2の有機絶縁層を用いて埋めることにより、第2の無機絶縁層の内部に空隙が生じることを抑制できるので、空隙中のガスの膨張による変形がなく、信頼性の高い薄膜磁気ヘッドを形成することができる。

【0027】また、第2の無機絶縁層の表面は、研磨により平坦化することができるので、第2の無機絶縁層上に、第2のコイル層の形状、位置を精度良く形成することができる。

【0028】本発明の薄膜磁気ヘッドは、前記第1のコイル層は、第1の無機絶縁層表面に形成されており、前記第1のコイル層のコイル導体間での前記第2の無機絶縁層は、前記第1の無機絶縁層との間隔が、前記第1のコイル層のコイル導体間隔幅寸法よりも大きい。このような薄膜磁気ヘッドでは、第2の無機絶縁層に空隙が生じることを、より確実に抑制することができる。

【0029】本発明の薄膜磁気ヘッドは、前記第2の無機絶縁層が、 $Al_2O_3$ 、または $SiO_3$ 前記第2の有機

絶縁層は、ノボラック樹脂、またはポリイミドである。このような薄膜磁気ヘッドでは、第2の有機絶縁層と第2の無機絶縁層とにより、第1のコイル層のコイル導体間を空隙なく埋めて、第2の無機絶縁層の表面を研磨して平滑にすることが容易である。

【0030】本発明の薄膜磁気ヘッドは、前記磁気ギャップ層が、電解めっきにより形成可能な非磁性金属材料である。このような薄膜磁気ヘッドでは、少なくとも磁気ギャップ層と上部磁極層とを連続してめっき形成することができるので、製造工程を簡略化することができる。電解めっき可能な非磁性金属として、NiP、NiW、NiMo、Au、Pt、Rh、Pd、Ru、Crのうち1種または2種以上から選択することができる。

【0031】本発明の薄膜磁気ヘッドの製造方法は、下部コア層上に、磁気ギャップ層と上部磁極層を電解めっき法により順次形成する工程と、前記下部コア層上に形成した第1のコイル層を覆う第2の無機絶縁層を形成する工程と、前記第2の無機絶縁層と前記上部磁極層の上面を、平坦な同一面とする研磨工程と、該研磨工程の後、前記第2の無機絶縁層上に、前記第1のコイル層よりもコイル導体厚さ寸法が大きい第2のコイル層を形成する工程と、前記第2のコイル層を覆う第1の有機絶縁層を形成する工程と、該第1の有機絶縁層上に上部コア層の外縁を囲むレジストフレームを形成する工程と、該レジストフレームが囲む領域に前記上部コア層を形成する工程とを有し、前記レジストフレームは、前記第1の有機絶縁層上に塗布されたレジストを、前記レジストフレームの形状に露光して形成する。このような薄膜磁気ヘッドの製造方法では、上部コア層の磁気ディスク対向面側の端面が、膜厚方向に、漸次、磁気媒体から離れるような傾斜面であるように形成することができる。

【0032】本発明の薄膜磁気ヘッドの製造方法は、前記第1のコイル層を形成した後、前記第1のコイル層のコイル導体間を埋める第2の有機絶縁層を形成する工程と、前記第2の有機絶縁層の表面に、スパッタ法により前記第2の無機絶縁層を形成する。このような薄膜磁気ヘッドの製造方法では、第2の無機絶縁層を空隙なく形成することができる。

【0033】本発明の薄膜磁気ヘッドの製造方法は、前記下部コア層上にギャップ深さ決め絶縁層を形成した後、前記磁気ギャップ層を形成する。このような薄膜磁気ヘッドの製造方法では、磁気ギャップ層のギャップ深さを適切に形成することができる。

【0034】

【発明の実施の形態】本発明の薄膜磁気ヘッドの構造を、図1から図3を用いて説明する。本発明の薄膜磁気ヘッドは、再生ヘッド部h1上に記録ヘッド部h2が形成された複合型薄膜磁気ヘッドであり、スライダ61のヘッド形成面61a上に形成されている。

【0035】図1に示すように、スライダ61はセラミ

ック等の非磁性材料からなる略矩形状であり、ヘッド形成面61aが、磁気ディスク等の磁気媒体と対向する磁気ディスク対向面61bと隣り合う面であるとともに、磁気ディスク対向面61bと略垂直である。

【0036】再生ヘッド部h1は、図2に示すように、パーマロイ等の軟磁性材料からなる上部、下部シールド層2、3が、互いに対向しており、上部、下部シールド層2、3間には、上部、下部シールド層2、3から絶縁層4を介して、AMR (Anisotropic Magnetoresistance) 素子、或いはGMR (Giant Magnetoresistance) 素子である磁気抵抗効果素子1が形成されている。

【0037】記録ヘッド部h2は、分離層5を介して再生ヘッド部h1の上部シールド層2上に形成されている。記録ヘッド部h2は、パーマロイ等の軟磁性材料からなる上部、下部コア層6、7の間に、上部、下部コア層6、7に記録磁界を誘導するための第1、第2のコイル層9、10が介在したインダクティブヘッドである。

【0038】下部コア層7は、分離層5上に形成されて、先端部7aがスライダ61の磁気ディスク対向面61bまで延出されている。

【0039】このような下部コア層7の表面には、パーマロイ等の軟磁性材料からなる接続部20が下部コア層7と磁気的に接続して形成されている。接続部20から磁気ディスク対向面61bまで、ハイト方向（磁気ディスク対向面61bを垂直に貫く方向）の間隔は、第1の所定寸法(L1)となっている。第1の所定寸法(L1)は、高周波記録化に伴って短縮され、例えば、18  $\mu\text{m}$ 以下に設定される。

【0040】また、下部コア層7上には、レジスト等の有機絶縁材料からなるギャップ深さ決め絶縁部（以後、Gd決め絶縁部）27が形成されている。このようなGd決め絶縁部27は、接続部20よりも磁気ディスク対向面61b側に位置しており、Gd決め絶縁部27と接続部20は、ハイト方向に、ほぼ一列に並んでいる。

【0041】また、Gd決め絶縁部27から磁気ディスク対向面61bまでのハイト方向の間隔は、所定のギャップ深さ (Gap depth) Gdとなっており、このようなギャップ深さGdは、磁気ギャップ幅や磁気ギャップ近傍の形状により設定されて、例えば、0.5  $\mu\text{m}$ 程度である。

【0042】下部コア層7の先端部7aには、図3に示すように、パーマロイ等の軟磁性材料からなる下部磁極層21と、NiP等の非磁性材料からなる磁気ギャップ層22と、パーマロイ等の軟磁性材料からなる上部磁極層23が順次積層されている。

【0043】このような下部磁極層21、磁気ギャップ層22、上部磁極層23は、磁気ディスク対向面61b内の幅方向（以後、トラック方向）の幅寸法が所定のトラック幅 $T_t$ に揃えられて、磁気ディスク対向面61bに露出している。

【0044】トラック幅 $T_w$ は、高記録密度化に対応するため、 $0.7\mu\text{m}$ 以下で形成されることが好ましく（より好ましくは、 $0.5\mu\text{m}$ 以下）、下部磁極層21、磁気ギャップ層22、上部磁極層23からなる積層体は、下部コア層7の表面から上部磁極層23上面までの高さが、例えば、 $2.3\mu\text{m}$ 程度である。

【0045】下部コア層7の先端部7aには、下部磁極層21の形成位置からトラック方向の両側に向かって、膜厚が薄くなるような傾斜面7bが形成されていても良い。

【0046】下部磁極層21と磁気ギャップ層22の後端部は、Gd決め絶縁部27に接触している。このようにして、磁気ギャップ層22は、ハイト方向寸法が、所定のギャップ深さGdに規定される。

【0047】下部コア層7の表面から上部磁極層23上面までの高さは、従来、 $3.0\mu\text{m}$ 程度とされていたが、高記録密度化に対応するとき、上部磁極層23を薄型化して、 $2.5\mu\text{m}$ 以下とすることが好ましい。

【0048】また、後述するように、上部磁極層23の上面には上部コア層6が接合されるので、上部磁極層23のハイト方向寸法は、上部コア層6との十分な接合面積を確保するために、 $0.8\mu\text{m}$ 以上であることが好ましい。

【0049】上部磁極層23の上面の高さは、接続部20の上面の高さと一致しており、上部磁極層23の上面、及び接続部20の上面を含む平面を、基準面Sとする。

【0050】下部コア層7は、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 等からなる第1の無機絶縁層8に覆われており、第1の無機絶縁層8の表面には、Cu等の良導電材料からなる第1のコイル層9が形成されている。

【0051】第1のコイル層9は、平面スパイラル形状であり、巻き中心9aが、接続部20に近接して、ほぼ接続部20を中心として巻回されている。また、第1のコイル層9は、外周がGd決め絶縁部27と近接するように形成されて、接続部20とGd決め絶縁部27との間隔が、ほぼ、第1のコイル層9の半径寸法となっている。

【0052】第1のコイル層9のコイル導体幅（第1の無機絶縁層8の面内におけるコイル導体の幅寸法）とコイル導体間隔は、接続部20からGd決め絶縁部27の間に、第1のコイル層9が適切な巻き数をもって形成されるように設定され、第1のコイル層9のコイル導体厚さ（コイル導体の膜厚方向寸法）は、第1のコイル層9が基準面Sから十分な間隔をあけて形成されるように薄く設定される。

【0053】一方、第1のコイル層9は、コイル導体幅寸法、及びコイル導体厚さ寸法が小さすぎると、直流抵抗が増大する。よって、第1のコイル層9のコイル導体幅寸法とコイル導体厚さは適切に設定されなければなら

ず、例えば、コイル導体幅寸法が $1.7\mu\text{m}$ 程度、コイル導体厚さ寸法が $1.5\mu\text{m}$ 程度に設定される。また、コイル導体間隔は、 $1.2\mu\text{m}$ 程度に設定されている。このような $0.7\mu\text{m}$ 以上のコイル導体間隔であれば、フォトリソグラフィにより、正確にパターン形成を行うことができる。

【0054】ノボラック樹脂、或いはポリイミドからなる第2の有機絶縁層25は、第1のコイル層9を覆っている。このとき、第2の有機絶縁層25の表面には、第1のコイル層9のコイル導体間において、凹部25aが形成される。

【0055】第2の有機絶縁層25は凹部25aが浅くなるように形成されて、第2の有機絶縁層25の第1のコイル導体間における厚さは、第1のコイル層9のコイル導体間隔寸法以上となっている。また、第1のコイル層9のコイル導体上に形成された第2の有機絶縁層25の表面は、基準面Sとの十分な間隔を保持している。

【0056】第2の有機絶縁層25は、第1のコイル層9の巻き中心部9aの位置に窓部25bを有し、巻き中心部9aは、第2の有機絶縁層25の窓部25bから露出している。

【0057】 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 等からなる第2の無機絶縁層15は、スパッタ法により成膜されて、第2の有機絶縁層25の表面の全面を覆っている。第2の無機絶縁層15は、第1のコイル層9のコイル導体間において、第2の有機絶縁層25の凹部25aを埋めるように形成される。

【0058】このとき、第2の有機絶縁層25の凹部25aが浅く、第1のコイル層9のコイル導体間において、第2の無機絶縁層15と第1の無機絶縁層8との間隔寸法は、第1のコイル層9のコイル導体間隔寸法よりも大きい。このような第2の無機絶縁層15は、第1のコイル層9のコイル導体間においても、空隙なく形成される。第2の無機絶縁層15内部の空隙は、空隙内のガスが膨張して、薄膜磁気ヘッドが変形する原因となる。

【0059】また、第2の無機絶縁層15の上面は、基準面Sと一致して平坦に形成されて、第2の無機絶縁層15の膜厚は、第2の有機絶縁層25の表面が基準面Sと十分離れているので、十分厚いものとなっている。

【0060】このように、膜厚の厚い第2の無機絶縁層15では、第2の無機絶縁層15の上面を研磨して、基準面Sと一致するように平坦化するとき、精度のバラツキにより第2の有機絶縁層25が第2の無機絶縁層15の表面に露出することがなく、第2の無機絶縁層15の平坦な上面が損なわれることがない。

【0061】また、第2の無機絶縁層15は、第1のコイル層9の巻き中心部9aの位置に窓部15aを有し、第1のコイル層9の巻き中心部9aは、第2の無機絶縁層15の窓部15aから露出している。

【0062】基準面Sである第2の無機絶縁層15の表



面には、Cu等の良導電材料からなる第2のコイル層10が形成されている。第2のコイル層10は、平面スパイラル形状であり、巻き中心10aが接続部20の直上に近接して、ほぼ接続部20の直上を巻き中心部10aとして巻回されている。

【0063】第2のコイル層10の巻き中心部10aは、第2の無機絶縁層15の窓部15a、第2の有機絶縁層25の窓部25bを介して、第1のコイル層9の巻き中心9aと接続されて、第1と第2のコイル層9、10は、直列に接続されている。

【0064】このような第2のコイル層10は、磁気ディスク対向面61bから所定間隔を隔てて形成される。第2のコイル層10の外周から磁気ディスク対向面61bまでのハイト方向の間隔は、第2の所定寸法(L2)となっている。後述するように、第2の所定寸法(L2)をある程度以上とすることにより、上部コア層6の形状、位置を正確に形成して、且つ、上部コア層6と第2のコイル層10間を、確実に絶縁することができる。第2の所定寸法(L2)は、例えば、10 $\mu$ m程度に設定される。

【0065】第2のコイル層10の外周から磁気ディスク対向面61bまでのハイト方向の第2の所定間隔(L2)は、第1のコイル層9の外周から磁気ディスク対向面61bまでのハイト方向間隔よりも大きく設定される。第1、第2のコイル層9、10の巻き中心9a、10aは一致しているから、第2のコイル層10の径は、第1のコイル層9の径よりも小さくする必要がある。

【0066】よって、第2のコイル層10は、第1のコイル層9よりも狭い範囲に適切な巻き数を形成しなければならず、第2のコイル層10のコイル導体幅(第2の無機絶縁層15の面内におけるコイル導体の幅寸法)幅、コイル導体間隔は、第1のコイル層9のコイル導体幅、コイル導体間隔よりも狭く設定されている。

【0067】このように、第2のコイル層10のコイル導体幅とコイル導体寸法を狭くすると、第2のコイル層10の径を小さく形成することができる。よって、第2のコイル層10の巻き中心部10aから外周に至って形成される上部コア層6の長さが短縮されて、また接続部20から磁気ディスク対向面61bまでのハイト方向間隔(L1)が短いので、短磁路長であり、低インダクタンスであり、高周波記録に対応することができる。

【0068】一方、第2のコイル層10は、コイル導体厚さ(コイル導体の膜厚方向寸法)が、第1のコイル層9のコイル導体厚さよりも厚く形成されており、コイル導体幅が狭幅であっても、低い直流抵抗を維持している。

【0069】第2のコイル層は、例えば、コイル導体幅が1 $\mu$ m程度、コイル導体間隔が1 $\mu$ m程度であり、コイル導体厚さが2.6 $\mu$ m程度となっている。

【0070】また、第2のコイル層10が形成された基

準面Sからは、第1のコイル層9は十分離れて形成されているので、第1のコイル層9と第2のコイル層10との間隔は、巻き中心部9a、10a以外では確実に絶縁されて、信頼性の高いものとなっている。

【0071】このような第1、第2のコイル層9、10は、第1のコイル層9のコイル導体厚さの第2のコイル層10のコイル導体厚さに対する比が0.8以下であれば、第2のコイル層10を低直流抵抗とするように第2のコイル層10のコイル導体厚さを保持したまま、第1のコイル層9のコイル導体厚さを薄くして、第1と第2のコイル層9、10の間に、十分な間隔を設けることができる効果が明確に現れる。

【0072】また、第1、第2のコイル層9、10は、第1のコイル層9のコイル導体幅の第2のコイル層10のコイル導体幅に対する比が1.2以上であれば、第1のコイル層9のコイル導体厚さを薄くしても、第1のコイル層9を低直流抵抗とするように第1のコイル層9のコイル導体幅を保持したまま、第2のコイル層10のコイル導体幅を狭くして、第2のコイル層10の径を小さくすることができる効果が明確に現れる。

【0073】ノボラック樹脂系やポリイミド樹脂系のレジストから第1の有機絶縁層17は、第2の無機絶縁層15の表面において、第2のコイル層10を覆っており、第2のコイル層10のコイル導体間を埋めている。第1の有機絶縁層17は、上部磁極層23の上面と接続部20の上面には形成されておらず、第1の有機絶縁層17の磁気ディスク対向面61b側の先端は、上部磁極層23の近傍まで延出されている。

【0074】また、第1の有機絶縁層17の磁気ディスク対向面61b側は、膜厚方向にしたがって、漸次、磁気ディスク対向面61bから離れるような傾斜面17aが形成されている。

【0075】このような傾斜面17aが、基準面Sである第2の無機絶縁層15の表面と成す角度 $\theta$ を緩やかに形成するためには、第2のコイル層10の外周から上部磁極層23までの間隔を大きくして、即ち、第2のコイル層10の外周から磁気ディスク対向面61bまでの第2の所定寸法(L2)を大きくして、第2のコイル層10の外周から第1の有機絶縁層17の上部磁極層23に近接する先端部までの距離を長くする。

【0076】傾斜面17aが、基準面Sである第2の無機絶縁層15の表面と成す角度 $\theta$ は、60°以下であることが好ましい。後の製造方法の説明において述べるように、傾斜面17aの基準面Sと成す角度 $\theta$ が小さいほど、上部コア層6の位置、形状を正確に形成することができる。

【0077】傾斜面17aが、基準面Sである第2の無機絶縁層15の表面と成す角度 $\theta$ を緩やかにすると、第2のコイル層10の外周角部10bを覆う第2の有機絶縁層17の厚さが極端に薄くなることなく、第1の有

機絶縁層17上に形成された上部コア層17と第2のコイル層10の間を、確実に絶縁することができる。

【0078】また、第2のコイル層10のコイル導体幅、コイル導体間隔を狭くすることにより、第2のコイル層10内周部を接続部20から離して形成することができる。このように、第2のコイル層10内周部を接続部20から離すと、第2のコイル層10の内周角部10cを覆う第1の絶縁層17の膜厚が極端に薄くなることなく、第1の絶縁層17上に形成された上部コア層6と第2のコイル層10を、確実に絶縁することができる。

【0079】上部コア層6は、第1の有機絶縁層17上に形成されて、後端部6a側が接続部20の上面に接合されるとともに、先端部6bが、磁気ディスク対向面61bに露出することなく、上部磁極層23の上面に接合されている。このような上部磁極層23と上部コア層6の接合面は、基準面Sの高さに形成される。

【0080】上部コア層6は、接続部20を介して下部コア層7と磁気的に接続されるとともに、上部磁極層23と磁気的に接続されており、上部コア層6からの磁束は、上部磁極層23へと流れた後、下部コア層7に至り、接続部20から上部コア層6に戻るようになっている。

【0081】高周波記録のためには、上部コア層6から下部コア層7に至り、上部コア層6に戻る磁束の経路長さ(磁路長)を短くして、低インダクタンスとすることが望ましい。

【0082】本実施の形態において、第2のコイル層10の巻き中心部10aから外周に至って形成される上部コア層6の長さが短縮されて、また、接続部20から磁気ディスク対向面61bまでのハイト方向間隔(L1)が短いので、短磁路長となっている。

【0083】上部コア層6の先端部6bは、磁気ディスク対向面61b側の端面6cが、上部磁極層23から膜厚方向に、漸次、磁気ディスク対向面61bから離れるような傾斜面となっている。このような上部コア層6の先端部6bは、磁気ディスク対向面61bに露出することなく、上部磁極層23との接合面積を広くすることができる。このように上部コア層6と上部磁極層23との接合面積が広いと、上部コア層6の磁束は、上部磁極層23側へと効率よく流れる。

【0084】また、上部コア層6の先端部6bは、端面6cと上部磁極層23の上面との成す角度 $\phi$ が、第1の有機絶縁層17の傾斜面17aと第2の有機絶縁層15表面との成す角度 $\theta$ 以上であることが好ましい。第1の有機絶縁層17の傾斜面17aと第2の有機絶縁層15表面との成す角度 $\theta$ が $60^\circ$ であるとき、上部コア層6の端面6cと上部磁極層23の上面の成す角度 $\phi$ が $60^\circ$ よりも小さく形成されると、上部コア層6の先端部6bの体積が小さくなるので、上部コア層6から上部磁極層23への磁束伝達効率が悪化する。

【0085】また、上部コア層6の先端部6bのトラック方向の幅寸法は、上部磁極層23のトラック幅 $T_w$ の2~2.5倍程度であることが好ましい。この範囲であれば、上部コア層6を上部磁極層23の上面に形成するとき、上部磁極層23の上面を、上部コア層6の幅寸法内に確実に重ねることが容易であり、また、上部コア層6からの磁束を、上部磁極層23側に効率よく流すことができる。

【0086】なお、さらに好ましくは、下部磁極層21や上部磁極層23が、下部コア層7や上部コア層6よりも高い飽和磁束密度を有していれば、磁束が、磁気ギャップ層21の近傍に集中する。

【0087】次に、本発明の薄膜磁気ヘッドの製造方法、特に、記録ヘッド部h2の製造方法を、図4から図19を用いて説明する。再生ヘッド部h1を形成後、分離層5を成膜して、分離層5の表面に、下部コア層7を形成する。

【0088】次に、図4のように、下部コア層7の表面の所定位置にGd決め絶縁部27を形成した後、図5のように、下部コア層7上に、第1のレジストフレーム30を形成する。

【0089】第1のレジストフレーム30は、磁気ディスク対向面61b側に開放された窓部30aを有しており、窓部30aのトラック方向の幅寸法は、ほぼ、所定のトラック幅 $T_w$ となっている。また、Gd決め絶縁部27は、磁気ディスク対向面61b側の部分が、第1のレジストフレーム30の窓部30aから露出している。

【0090】続いて、第1のレジストフレーム30が形成された下部コア層7上に、下部磁極層21、磁気ギャップ層22、上部磁極層23を、電解めっき法により順次形成する。

【0091】このとき、磁気ギャップ層22は、NiPd等の電解めっき法により成膜可能な非磁性金属であるから、下部磁極層21、磁気ギャップ層22、上部磁極層23を、電解めっき法により連続して形成することができるので、製造工程が簡略になる。

【0092】下部磁極層21、磁気ギャップ層22、上部磁極層23を形成した後、図6のように、第1のレジストフレーム30を剥離する。

【0093】第1のレジストフレーム30を剥離した後、イオンミリング工程により、下部磁極層21、磁気ギャップ層22、上部磁極層23のトラック方向の幅を削り取って所定のトラック幅 $T_w$ に形成する。このとき、イオン照射角は、上部、下部磁極層23、21の膜厚方向に対しておよそ $70^\circ$ である。

【0094】次に、下部コア層7表面の所定位置に接続部20を形成して、図7のように、下部コア層7、Gd決め絶縁部27、接続部20及び上部磁極層23の上面までを覆う第1の有機絶縁層8を形成する。

【0095】そして、図8のように、第1の有機絶縁層

8の表面に、第1のコイル層9を電解めっき法により形成するためのCu下地膜31をスパッタ成膜する。

【0096】続いて、Cu下地膜31の表面に、第2のレジストフレーム32とするレジスト膜を塗布して、このレジスト膜を、第1のコイル層9の形状に露光、現像により露光部分を除去して、第2のレジストフレーム32を形成する。

【0097】そして、第2のレジストフレーム32が形成されたCu下地膜31上にCuめっき膜を成膜して、第2のレジストフレーム32に囲まれた領域内に、第1のコイル層9を形成する。

【0098】続いて、図9のように、第1のコイル層9以外の余分なCuめっき膜、及び余分なCu下地膜を除去して、第1のコイル層9が完成する。

【0099】第1のコイル層9を形成した後、図10のように、第1のコイル層9を覆う第2の有機絶縁層25を、スピコート法により塗布する。このとき、第2の有機絶縁層25は、第1のコイル層9のコイル導体間の間隙に入り込んで、コイル導体間の間隙の幅寸法に同等な厚さ寸法を、確実に埋める。よって、第1のコイル層9の導体間に形成される第2の有機絶縁層25表面の凹部25aは、浅いものとなる。

【0100】第2の有機絶縁層25を形成した後、図11のように、第2の無機絶縁層15をスパッタ法により成膜する。このとき、第2の無機絶縁層15は、第2の有機絶縁層25を覆って、第2の有機絶縁層25の凹部25aを埋めるとともに、上部磁極層23、接続部20を覆う。

【0101】第2の無機絶縁層15が第2の有機絶縁層25の凹部25aを埋めるとき、凹部25aが浅く形成されているので、第2の無機絶縁層15は、凹部25a内に空隙なく形成される。

【0102】仮に、第2の有機絶縁層25の表面の凹部25aが深い場合、第2の無機絶縁層15をスパッタにより形成するとき、第1のコイル層9の影になった部分には、第2の無機絶縁層15が形成されにくく（シャドウ効果）、第2の無機絶縁層15に空隙が生じることがある。

【0103】第2の無機絶縁層15を成膜後、第2の無機絶縁層15、上部磁極部23、接続部20の上面にCMP (Chemical Mechanical Polishing) 加工を行い、図12のように、第2の無機絶縁層15、上部磁極部23、接続部20の表面を、平坦な同一平面に加工して基準面Sとする。

【0104】このとき、第2の無機絶縁層15は十分厚く形成されているので、CMP加工により、第1のコイル層9が第2の無機絶縁層15から露出することがない。

【0105】CMP加工の後、図13のように、第2の無機絶縁層15の表面に、第2のコイル層10を電解め

っき法により形成するためのCu下地膜33をスパッタ成膜する。

【0106】続いて、Cu下地膜33の表面に、第3のレジストフレーム34とするレジスト膜を塗布した後、このレジスト膜を、第2のコイル層10の形状に露光、現像により露光部分を除去して、第3のレジストフレーム34を形成する。このとき、第3のレジストフレーム34を形成する第2の無機絶縁層15の表面が平坦であるから、第3のレジストフレーム34を正確な形状にパターンニングすることができる。

【0107】そして、図14のように、第3のレジストフレーム34が形成されたCu下地膜33上にCuめっき膜を成膜して、第3のレジストフレーム34に囲まれた領域内には、第2のコイル層10を形成する。

【0108】続いて、図15のように、第2のコイル層10以外の余分なCuめっき膜、及び余分なCu下地膜を除去して、第2のコイル層10が完成する。

【0109】第2のコイル層10を形成した後、図16のように、第2のコイル層10を覆う第1の有機絶縁層17を、スピコート法により塗布して、上部磁極層23、及び接続部20の上面が第1の有機絶縁層17から露出するように、第1の有機絶縁層17をフォトリソグラフィにより露光・現像してパターンニングする。そして、第1の有機絶縁層17には、磁気ディスク対向面側61bに傾斜面17aが形成される。

【0110】第1の有機絶縁層17を形成した後、上部コア層6を電解めっき法により形成するために、第1の有機絶縁層17、上部磁極層23、及び接続部20の上面に、パーマロイ下地膜35をスパッタ形成する。

【0111】続いて、図19に示すような、上部コア層6の外縁を囲むような第4のレジストフレーム38を形成する。第4のレジストフレームをフォトリソグラフィにより形成するためのマスク37は、図18に示すように、第4のレジストフレームとして残すべき部分が露光部分37a、上部コア層6の形状に対応した部分が遮光部分37bとなっている。

【0112】フォトリソグラフィの露光工程において、パーマロイ下地膜35上に形成したレジスト膜36上にマスク37を載置して、マスク37上からレジスト膜36に光照射する。このとき、図18に示すように、マスク37の露光部分37a下には、第1の有機絶縁層17の傾斜面17aがあり、レジスト膜36への入射光は、図17に示すように、第1の有機絶縁層17の傾斜面17a上に形成されたパーマロイ下地膜35により磁気ディスク対向面61b側に乱反射される。

【0113】乱反射された入射光は、マスク37の遮光部分37b下のレジスト膜36へも洩れるが、第1の有機絶縁層17の傾斜面17aの傾斜角 $\theta$ が小さいほど、入射光の洩れる範囲は少なく、傾斜角 $\theta$ が $60^\circ$ 以下であれば、レジスト膜36は、ほぼマスク37の露光部分

37aのパターン通りに露光される。

【0114】そして、露光したレジスト膜36を現像して、レジスト膜36の遮光した部分を除去すると、レジスト膜36の露光した部分が、上部コア層6の外縁を囲む第4のレジストフレーム38となる。

【0115】このように、露光した部分を残して、遮光した部分を除去すると、第4のレジストフレーム38の断面は、図19に示すように、根元部が幅狭であるような形状となり、第4のレジストフレーム38は、磁気ディスク対向面61b側の内壁が、上部磁極層23から膜厚方向に、漸次、磁気ディスク対向面61bから離れる傾斜面となっている。

【0116】このような第4のレジストフレーム38が形成されたパーマロイ下地膜35上にパーマロイめっき膜を成膜して、第4のレジストフレーム38に囲まれた内側に、上部コア層6を形成する。

【0117】このとき、上部コア層6の先端部6bの端面6cは、第4のレジストフレーム38の内壁に沿って、上部磁極層23から膜厚方向に、漸次、磁気ディスク対向面61bから離れる傾斜面となる。

【0118】そして、第4のレジストフレーム38を剝離して、余分なパーマロイめっき膜、及び余分なパーマロイ下地膜を除去する。このようにして、記録ヘッド部h2の製造を終了する。

【0119】次に、本発明の薄膜磁気ヘッドの、特に、記録ヘッド部h2の駆動について説明する。記録ヘッド部h2の駆動時には、第1、第2のコイル層9、10に記録電流が印加されて、コイル電流により、上部、下部コア層6、7に記録磁界が誘導される。

【0120】このとき、第1、第2のコイル層9、10の直流抵抗が低いので、第1、第2のコイル層9、10による電力の損失が少なく、上部、下部コア層6、7に効率良く記録磁界を誘導することができる。

【0121】上部コア層6に誘導された記録磁界は、上部磁極層23に流れる。そして、記録磁界は、上部磁極層23と下部磁極層21間の磁気ギャップ層22において洩れ磁界となり、トラック幅 $T_w$ をもって、磁気ディスクに付与される。

【0122】このとき、磁気ギャップ層22の後端部は、Gd決め絶縁部27と接触しているので、上部磁極層23と下部磁極層21間の洩れ磁界は、磁気ギャップ層22の後端部側に生じることなく、記録磁界は、効率良く磁気ディスクへと付与される。

【0123】このとき、上部磁極層23の厚さを薄く形成することができれば、上部コア層6から磁気ギャップ層22までの距離が短く、上部コア層6から磁気ギャップ層22まで、磁束を効率良く流すことができる。

【0124】また、下部磁極層21は、下部コア層7から上部磁極層23側に突出して設けられているので、上部、下部磁極層23、21間の磁気ギャップ層22にお

いて洩れ磁界が発生して、下部磁極層21の形成位置から外れた下部コア層7においては、上部磁極層23との間に洩れ磁界が発生しにくい。よって、ライトフリンジンを抑制して、より高記録密度化に適した薄膜磁気ヘッドとすることができる。

【0125】また、下部磁極層21の位置から外れた下部コア層7に傾斜面7bを形成すると、このような下部コア層7の傾斜面7bは、下部磁極層21から離れるにしたがって上部磁極層23との間隔が広がる。よって、上部磁極層23と傾斜面7b間には、洩れ磁界が生じにくく、ライトフリンジングが抑制される。

【0126】一方、上部コア層6は、磁気ディスク対向面61bに露出していないので、上部コア層6からの磁束が、磁気ディスクに付与されることがなく、磁気ディスクに付与される記録磁界の幅は、トラック幅 $T_w$ となる。

【0127】高記録密度化に対応可能な薄膜磁気ヘッドでは、このように、ライトフリンジングが抑制されて、磁気ディスクに付与される記録磁界の幅がトラック幅 $T_w$ であることが望まれる。

【0128】また、上部コア層6からの磁束が、上部磁極層23へと流れた後、下部コア層7に至り、接続部20から上部コア層6に戻るとき、第2のコイル層10の径が小さいので、第2のコイル層10の巻き中心部10aから外周に至って形成される上部コア層6の長さが短く、また、接続部20から磁気ディスク対向面61bまでのハイト方向間隔(L1)が短いので、短磁路長であり、低インダクタンスであり、高周波記録に対応することができる。

【0129】なお、上記実施の形態では、下部磁極層21を形成して、ライトフリンジンを抑制したが、下部磁極層21を形成することなく、下部コア層7の表面に直接磁気ギャップ層22を形成しても良い。

【0130】なお、上記実施の形態では、再生ヘッド部h1上に記録ヘッド部h2を備えた複合ヘッドを説明したが、記録用ヘッド部h2のみの薄膜磁気ヘッドでも良い。

【0131】

【発明の効果】本発明の薄膜磁気ヘッドは、下部コア層と、前記下部コア層に対向する上部コア層と、前記上下コア層間に設けられて、前記上部コア層と接合する上部磁極層と、該上部磁極層と前記下部コア層間に介在する磁気ギャップ層と、前記上部コア層と前記上部磁極層の接合面高さよりも前記下部コア層側に位置する第1のコイル層と、前記接合面よりも前記上部コア層側に位置する第2のコイル層とを有し、前記第1のコイル層は、コイル導体厚さが、第2のコイル層のコイル導体厚さよりも薄い。このような薄膜磁気ヘッドでは、第1のコイル層のコイル導体厚さを薄くすることにより、第1のコイル層を、上部磁極層と上部コア層との接合面高さから十

分な間隔をあけて形成することができるので、第1、第2のコイル層間の絶縁性を確保して信頼性が高く、且つ、上部磁極層を薄くすることにより、高記録密度化に対応することができる。

【0132】本発明の薄膜磁気ヘッドの製造方法は、前記第2のコイル層を覆う第1の有機絶縁層を形成する工程と、該第1の有機絶縁層上に上部コア層の外縁を囲むレジストフレームを形成する工程と、該レジストフレームが囲む領域に前記上部コア層を形成する工程とを有し、前記レジストフレームは、前記第1の有機絶縁層上に塗布されたレジストを、前記レジストフレームの形状に露光して形成する。このような薄膜磁気ヘッドの製造方法では、上部コア層の磁気ディスク対向面側の端面が、膜厚方向に、漸次、磁気ディスク対向面から離れるような傾斜面であるように形成することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の薄膜磁気ヘッドが形成されたスライダの全体斜視図

【図2】本発明の薄膜磁気ヘッドの断面図

【図3】図2を矢印3方向から見た平面図

【図4】本発明の薄膜磁気ヘッドの製造方法を示す説明図

【図5】本発明の薄膜磁気ヘッドの製造方法を示す説明図

【図6】本発明の薄膜磁気ヘッドの製造方法を示す説明図

【図7】本発明の薄膜磁気ヘッドの製造方法を示す説明図

【図8】本発明の薄膜磁気ヘッドの製造方法を示す説明図

【図9】本発明の薄膜磁気ヘッドの製造方法を示す説明図

【図10】本発明の薄膜磁気ヘッドの製造方法を示す説明図

【図11】本発明の薄膜磁気ヘッドの製造方法を示す説明図

【図12】本発明の薄膜磁気ヘッドの製造方法を示す説明図

【図13】本発明の薄膜磁気ヘッドの製造方法を示す説明図

【図14】本発明の薄膜磁気ヘッドの製造方法を示す説明図

【図15】本発明の薄膜磁気ヘッドの製造方法を示す説明図

明図

【図16】本発明の薄膜磁気ヘッドの製造方法を示す説明図

【図17】本発明の薄膜磁気ヘッドの製造方法を示す説明図

【図18】本発明の薄膜磁気ヘッドの製造方法を示す説明図

【図19】本発明の薄膜磁気ヘッドの製造方法を示す説明図

【図20】従来の薄膜磁気ヘッドの断面図

【図21】従来の薄膜磁気ヘッドの製造方法を示す説明図

【符号の説明】

S 基準面

Gd ギャップ深さ

6 上部コア層

6a 後端部

6b 先端部

6c 端面

7 下部コア層

7a 先端部

8 第1の無機絶縁層

9 第1のコイル層

9a 巻き中心部

10 第2のコイル層

10a 巻き中心部

15 第2の無機絶縁層

15a 窓部

17 第1の有機絶縁層

17a 傾斜面

20 接続部

21 下部磁極層

22 磁気ギャップ層

23 上部磁極層

25 第2の有機絶縁層

25a 凹部

25b 窓部

27 ギャップ深さ決め絶縁部 (Gd 決め絶縁部)

36 レジスト

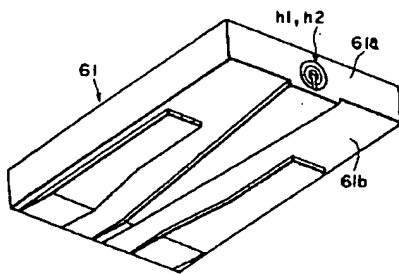
38 第4のレジストフレーム

61 スライダ

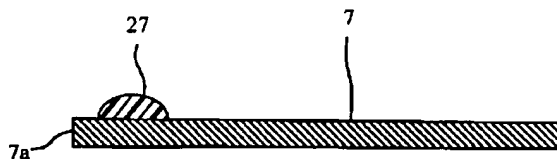
61a ヘッド形成面

61b 磁気ディスク対向面

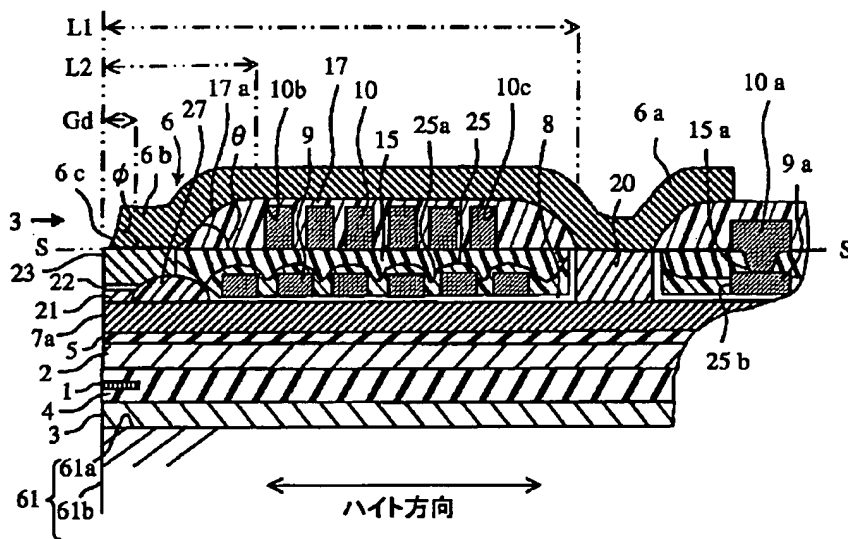
【図1】



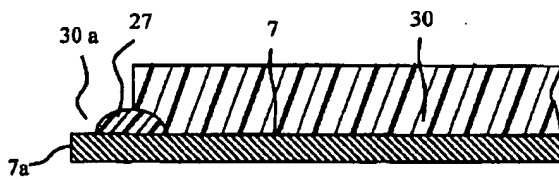
【図4】



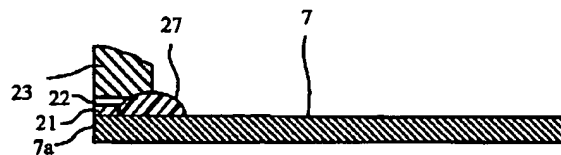
【図2】



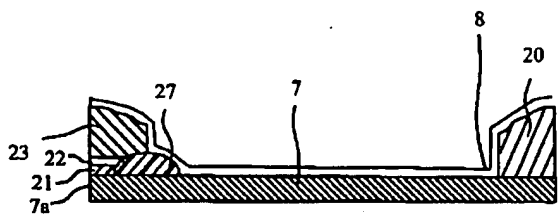
【図5】



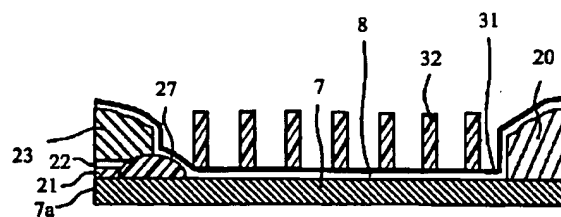
【図6】



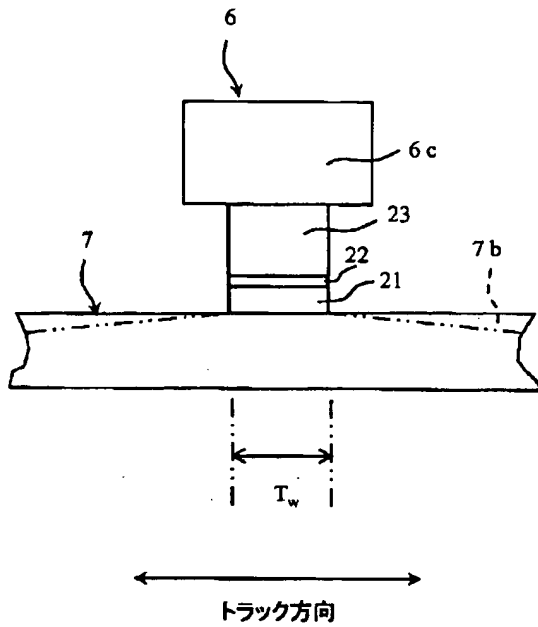
【図7】



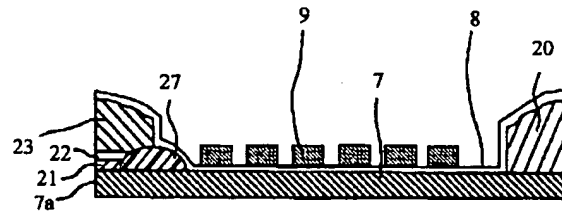
【図8】



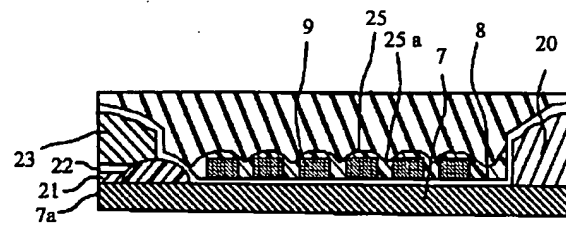
【図3】



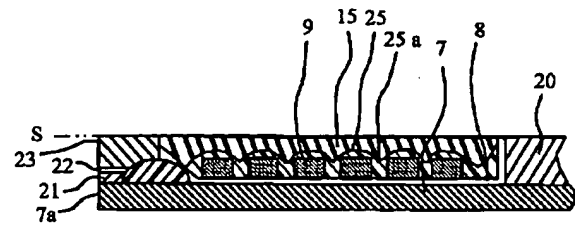
【図9】



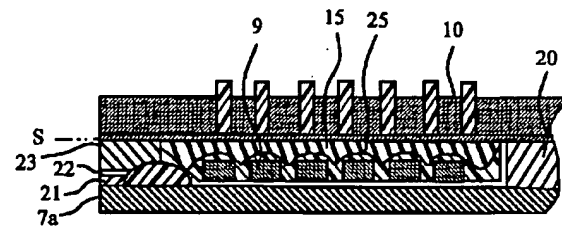
【図11】



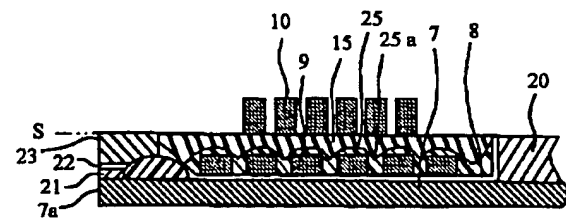
【図12】



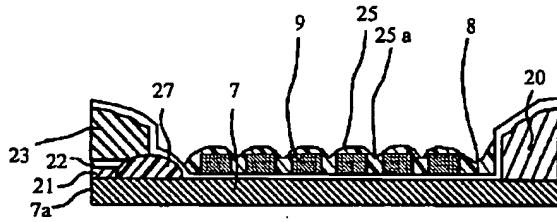
【図14】



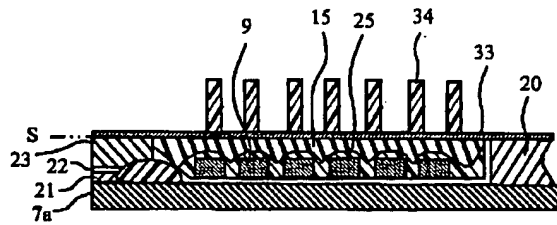
【図15】



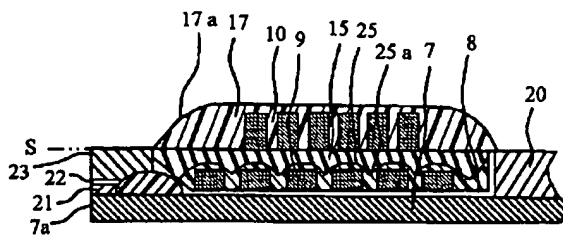
【図10】



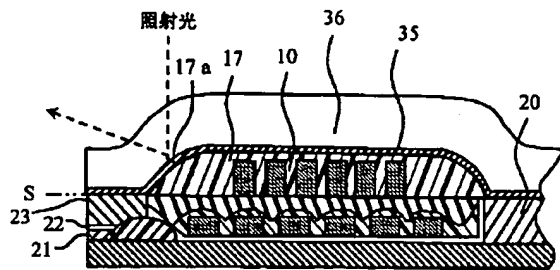
【図13】



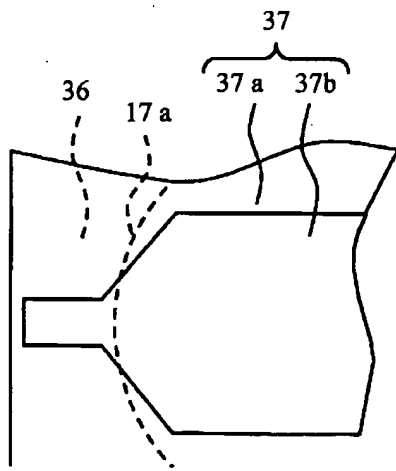
【図16】



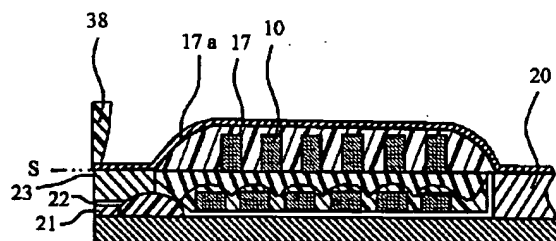
【図17】



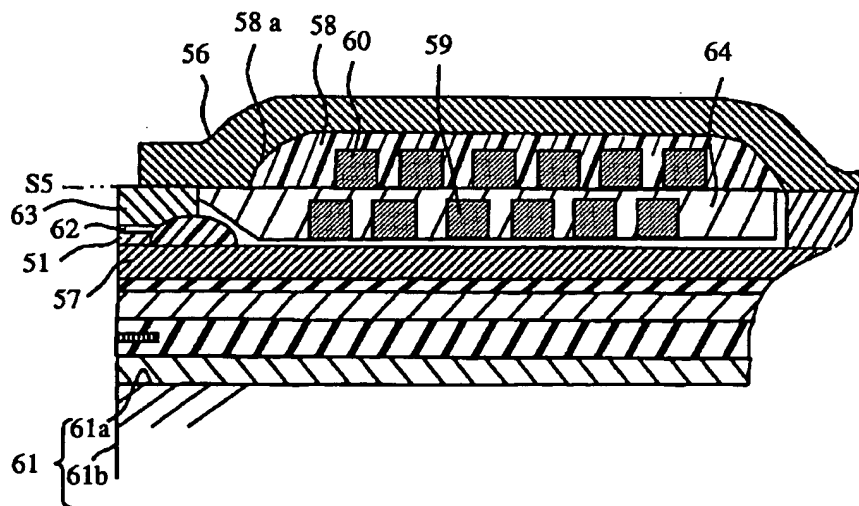
【図18】



【図19】

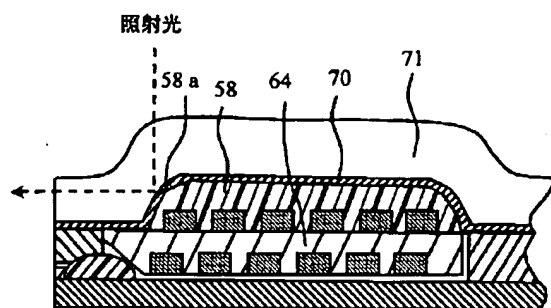


【図20】





【図21】



フロントページの続き

(72)発明者 高橋 亨  
東京都大田区雪谷大塚町1番7号 アルプ  
ス電気株式会社内

Fターム(参考) 5D033 BA08 BA21 BA36 BA41 BA42  
DA03 DA07 DA31